Toronto University Library

Presented by

Messrs Dulau & Co.

through the Committee formed in
The Old Country
to aid in replacing the loss caused by
The disastrous Fire of February the 14th 1890

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/lehrbuchdermathe00dies

Lehrbuch

der

mathematischen Geographie

und

populären Himmelskunde.

Zum Schulgebrauch und Selbstunterricht.

Von

Dr. F. A. W. Diesterweg,

Director des Seminars für Stadtschulen in Berlin.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 42 lithographirten Figuren und 3 Sternkarten.

Berlin, 1844.

Verlag von Theod. Chr. Friedr. Enslin.

1. „Wenn man nur die Kinder dahin bringen könnte, daß ihnen alles Undeutliche völlig unverständlich wäre."

Lichtenberg.

2. „Die größte Deutlichkeit war mir immer die größte Schönheit."

Lessing.

13300 A
13/6/91

Vorwort

zur ersten Auflage.

Des Menschen Antlitz ist nicht zur Erde, sondern aufwärts gerichtet; zum aufrechten Gange ist er von Natur bestimmt. Sein Blick fällt daher schon in früher Jugend auf den Himmel, und die ältesten Naturvölker kannten die allgemeinen Erscheinungen desselben. Sie zeigen ewigen Wechsel in ewigem Bestand unter unabänderlichen allgemeinen Gesetzen. Alles ist dort Regel und Gesetz. Sie zu erkennen, fordert die Würde des Menschen. Die Wissenschaft, die sich mit dem Himmel beschäftigt, ist die „erhabenste im Raume". Aechtes Natur-Wissen oder mit einem Worte Natur-Erkenntniß ist Kenntniß der Erscheinungen, ihrer Ursachen und ihres gesetzmäßigen Verlaufs.

Wie alles gewisse objective Wissen, an dem kein subjectives Meinen oder Vermuthen haftet, den Geist fest und sicher macht und denselben mit bleibendem Inhalt erfüllt: so auch das Wissen der allgemeinen Erscheinungen und ihrer Gesetze. Es erhebt den Menschen über die irdischen Wechselfälle des Lebens, über das Vergängliche und Eitle, das vorüberrauscht wie die Wellen des

Meeres, und dessen Gesetze wir zum größten Theile nicht kennen.

Zu allen Zeiten haben daher ruhige und stille Gemüther eine besondere Anziehung zur Kenntniß des gestirnten Himmels verspürt. Tieferen Kindern ist sie in besonderem Grade eigen. Ganz allgemein ist das Interesse für dieses Wissen. *) Wo es nicht gefunden wird, da ist es nicht mehr vorhanden, war also da, entspricht der Natur und der natürlichen Stellung des Menschen, ist folglich leicht wieder zu erwecken. Nur der von den Sorgen des Lebens ganz erfüllte, unter den irdischen Lasten erliegende, oder auch der von den Leidenschaften ganz unterjochte Mensch ist für ein so reines, an und für sich schon veredelndes Wissen unempfänglich. Aber, wie die Erfahrung lehrt, selbst die unglücklichsten der Wesen, abgearbeitete Fabrikkinder, freuen sich, wenn dem müden Leib nur einige Ruhe und Stärkung geworden, noch in späten Abendstunden etwas von Sonne, Mond und Sternen zu hören.

Doch wozu länger dem erhabenen Inhalt der mathematischen Geographie und der Physik des Himmels eine Lobrede halten?

Stimmt doch Jedermann dieser Ansicht bei; ist doch jeder seine Stellung erkennende Lehrer des Volks bemüht, nicht nur sich die nöthige Einsicht zu verschaffen und dadurch seinen Geist zu veredeln, sondern auch dieses Wis-

---

*) Der einsichtsvolle Recensent dieser Schrift, Dr. Kühner (Allgem. Schulzeitung, 1841, No. 171—173), bezweifelt diesen Satz, stimmt aber den darauf folgenden bei. Die bei dieser Gelegenheit von ihm veröffentlichte Abhandlung über den Unterricht in der mathematischen Geographie ꝛc. hat einen bleibenden Werth. — Außerdem spreche ich Herrn Oberlehrer Birnbaum in Helmstedt für seine lehrreiche Beurtheilung im Februar-Heft der Allg. Schulzeitung 1843 meinen Dank aus.

sen an seine Kinder zu bringen und von dieser Seite her die wahre Cultur des Volks zu befördern. Wo nur irgend eine Schule sich über den tiefsten Standpunkt emporgearbeitet hat, da findet man in ihr auch das Wissen des Nothwendigsten über die Erde und den Himmel verbreitet.

Was ist hier das Nothwendigste, Wesentlichste?

Die Lehrbücher der mathematischen Geographie und Astronomie lassen in dieser Hinsicht noch Manches zu wünschen übrig. Sie sondern nicht genug das gelehrte Wissen von dem, was zum allgemeinen Verständniß gehört, was die allgemeine Volksaufklärung fordert, worunter wir hier begreifen:

1) Alles, was zur richtigen Auffassung der täglichen und jährlichen Erscheinungen, die mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden, nothwendig ist; 2) Alles, was die Erkenntniß der allgemeinsten und wichtigsten Erscheinungen auf der ganzen Erde und am Himmel bedingt.

Das Erste klärt den Menschen über das auf, was er an seinem Wohnorte sieht, gehört im weitern Sinne zur Heimathskunde; das Zweite gehört zur allgemeinen Erd- und Himmelskunde. Der Mensch hat eine Heimath und ist zugleich Bürger der Welt.

Jede Naturkenntniß hat eine populäre und eine gelehrte Seite. Jene ist jedem gut begabten Kinde, diese nur Wenigen zugänglich. Wir haben es hier mit dem Ersten zu thun, nämlich mit Allem, was dem Menschen zur Anschauung gebracht werden kann. Nehmet, Leser, das Wort im weiteren Sinne! Darin umfaßt es mehr als das, was unmittelbar gesehen wer-

den kann, umfaßt es auch das, was anderwärts gesehen wird, was an das unmittelbar Gesehene angeschlossen, was durch Modelle, Zeichnungen, lebendige Darstellung und andre Mittel anschaulich gemacht werden kann. Außerdem gehört zum Anschaulichen oder schließt sich an dasselbe an: vernünftiges Nachdenken. Auch das Kind hat nicht bloß Sinne, sondern auch einen denkenden Geist. Es will nicht bloß *sehen*, sondern auch *einsehen*, nicht bloß *wissen*, sondern auch *verstehen*; es soll nicht bloß *beobachten*, d. h. Erfahrungen methodisch sammeln, sondern auch *begreifen*, d. h. die Bedingungen des Daseins eines Dinges und der Art seiner Erscheinung kennen.

In dem gesperrten Satze haben wir das Maaß für den in die allgemeine Bildungsanstalt oder die Volksschule gehörigen Inhalt aus dem unermeßlichen Gebiete der Himmelskunde. Folglich gilt auch:

Was dem Kinde nicht zur Anschauung gebracht werden kann, gehört nicht in sie hinein.

Beide Sätze sprechen die Regel für die zu treffende Auswahl aus dem unendlich reichen Stoffe aus; nur muß man auch nicht pedantisch ängstlich sein.

Den Anfangspunkt und den Fortschritt des Unterrichts dictirt das Gesetz: Beginnen mit der unmittelbaren Anschauung, nicht mit Modellen und Zeichnungen *), Anknüpfung alles Uebrigen an die Anschauung. Erst Kenntniß und Verständniß des Nächsten, dann des Entferntere. Zuerst unmittelbar sinnliche Auffassung und bewußte Beobachtung, dann Bethätigung der Einbildungskraft und der Phantasie, zuletzt Denken mit dem Ver-

*) „Das Zeichen erschöpft die Aufmerksamkeit des Kindes und läßt es die dargestellte Sache vergessen." (Rousseau.)

stand oder Begreifen. Nicht, als wenn diese Stufen im strengsten Sinne von einander geschieden wären: sie bezeichnen nur die Verfahrungsweise im Allgemeinen; dem sinnlichen Erkennen verknüpft sich unmittelbar die Thätigkeit der Einbildungskraft und des Verstandes.

Es ist unsre Absicht, den Inhalt des hieher gehörigen Wissens aufzustellen. Ohne Weitläuftigkeit, kurz und gedrängt, aber genügend in methodischem Fortschritt. Wir nehmen die Selbstthätigkeit des Lesers und Lehrers in Anspruch. Wozu er die Schüler anleiten will, das muß er zuerst für sich vollzogen haben. Ueber Jedem schwebt der Himmel. Selbstthätige Auffassung, Sehen und Beobachten mit eignen Augen ist Keinem zu erlassen, der Andre zu lebendigem Wissen anleiten will. Zu dem Uebrigen kommt man durch Nachdenken. Es ist ein stilles, heitres Geschäft. Man belebt dadurch die Einsamkeit um sich her, man tritt in den Kreis der großartigsten Erscheinungen, man wird Eins mit dem Universum, wird Glied und Bürger der Welt. Hier liegen nicht nur Anknüpfungspunkte für die Religion, man steht — hat man sich nur von trauriger Beschränkung losgemacht — mitten in ihr. Darüber daher auch hier kein Wort weiter.

Das Erste, was zu thun, ist Hinstellung auf freien Horizont, um aufzufassen, was sich begiebt. Man faßt das Beobachtete in bestimmte Ausdrücke, klare Sätze. Später erst, oft viel später, denkt man darüber nach, ob es so ist, wie es erscheint. — „Das ist ein weitläuftiger Weg" — gewiß! Man kann — Viele thun es — viel kürzer verfahren, sich unmittelbar in den Mittelpunkt unsrer Welt, d. h. unsers Sonnensystems, versetzen und sagen (vordociren), wie es ist. Aber nimmermehr gelangt der gewöhnliche Lehrer und der gewöhnliche Schü-

ler auf diesem Wege zur richtigen Erkenntniß der Sache. Allenfalls weiß er dann den Worten nach die Erscheinungen zu erklären, aber es fehlt ihm die lebendige Anschauung und die wahre Erkenntniß. An der Schultafel findet er sich zurecht, weil er Alles an derselben zu denken gewöhnt worden; aber man versetze ihn unter den freien Himmel, auf den freien Horizont, und — man wird sich von der Verkehrtheit der Methode überzeugen! Die mathematische Geographie und Astronomie sind empirisch-rationelle Wissenschaften. Jahrtausende lang hat sich das Menschengeschlecht mit der Empirie begnügen müssen. Der unterrichtliche Weg der Schule fällt ganz zusammen mit dem Entwicklungsgange des menschlichen Geschlechts. Nicht überall im Unterricht ist es so, aber hier. Man fängt mit dem äußerlichen Was an, schreitet zum erscheinenden Wie fort, dann folgt das eigentliche Nachdenken, man erspäht das wahre Wie und das Warum, aus dem sichtbaren Aeußeren das unsichtbare Innere, und entwickelt zuletzt das Ganze aus den erschlossenen Ursachen und Kräften. Folglich zuerst analytisch, dann synthetisch; erst Induction, nachher Deduction.

Die Schrift soll ein Elementarbuch sein, in mehrfachem Sinne. Sie will die Anschauungs-, Denk- und Gemüthskraft — nach Einigen leert das Denken das Gemüth aus — dann die Einbildungskraft und die Phantasie *), endlich das praktische Vermögen: Sprechen, Darstellen und Begründen, erregen und beschäftigen, d. h.

---

*) In Herbart's Sinn: „Populäre Astronomie, die so manchen Schwärmereien wehren muß." (Herbart, Umriß pädagogischer Vorlesungen, 2. Auflage, Göttingen 1841, S. 213.) „Auf die Beachtung der Himmelskörper stützt sich (S. 207.) die populäre Astronomie, welche zur Probe dient, ob die mathematische Phantasie gehörig geweckt war."

elementarisch — nach meiner Auffassungsweise ist es ein tiefsinniges, ehrendes Prädicat — wirken. Dann will die Schrift den Grund legen zu weiterem Fortschreiten in der Wissenschaft, ohne darauf zu rechnen. Wir Elementarlehrer haben auch noch Anderes zu thun, als für Gymnasien und andre höhere Anstalten vorzubereiten; wir dürfen und sollen bei unsern Schülern darauf nicht rechnen, unser Unterricht hat einen selbstständigen Werth, auch wenn nichts weiter auf ihn folgt. Aber dennoch soll sicher und leicht auf ihm das Weitere auferbaut werden können. Auch das heißt elementarisch unterrichten. Wie das zu machen, hat uns der große Meister Lessing in seiner unsterblichen Abhandlung „Ueber die Erziehung des Menschengeschlechts" gesagt: „Ein Elementarbuch darf gar wohl dieses oder jenes wichtige Stück der Wissenschaft oder Kunst, die es vorträgt, mit Stillschweigen übergehen, vom dem der Pädagog urtheilte, daß es den Fähigkeiten der Lernenden, für die er schrieb, noch nicht angemessen sei. Aber es darf schlechterdings nichts enthalten, was den Kindern den Weg zu den zurückbehaltenen wichtigen Stücken versperre oder verlege. Vielmehr müssen ihnen alle Zugänge zu denselben sorgfältig offen gelassen werden, und sie nur von einem einzigen dieser Zugänge ableiten, oder verursachen, daß sie denselben später betreten, würde allein die Unvollständigkeit des Elementarbuches zu einem wesentlichen Fehler machen." — „In solchen Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeigen besteht die positive Vollkommenheit eines Elementarbuches; so wie die oben erwähnte Eigenschaft, daß es den Weg zu den noch zurückgehaltenen Wahrheiten nicht erschwere oder versperre, die negative Vollkommenheit desselben war."

Doch genug; ich habe mich weitläuftiger darüber im zweiten Theile des „Wegweisers", 3. Auflage, und in einem Aufsatze in den Rheinischen Blättern (XXII. Band) ausgesprochen. Möge auch diese Schrift dazu beitragen, den Geist der Schüler mit behaltenswerthem Inhalte zu erfüllen!

Berlin, im Herbste 1840.

Vorwort

zur zweiten Auflage.

Seit der ersten Auflage dieser Schrift sind 4 Jahre verstrichen. Seitdem habe ich mich von dem Werthe des Gegenstandes, mit welchem sie sich beschäftigt, noch mehr überzeugt.

Kein Lehrer sollte dieses Wissens unkundig sein. „Die gründliche Kenntniß (der mathematischen Geographie) ist nicht sowohl ein Lob, als die Unbekanntschaft mit ihr ein Tadel ist." (O. Schulz in seinem unvollendet gebliebenen Lehrbuche der math. Geographie.) In demselben Sinne sagt Littrow: „Wie viele Wilde giebt es, und nicht bloß in den Wäldern von Amerika und Neuholland, sondern auch in den Hauptstädten Europa's, welche die Sonne und den Mond und das zahllose Heer der Sterne täglich vor sich auf- und untergehen sehen, ohne sich nur

ein einzig Mal zu fragen, woher sie kommen und wohin sie gehen, und warum sie ewig in denselben Kreisen um die Erde ziehen." Kein Schüler sollte aus der Schule entlassen werden, ohne Anschauung und Kenntniß des Himmels und seiner Wunder gewonnen zu haben. „Die mathematische Geographie ist der Thorweg der Geographie; sie steht zunächst im Dienste der Geographie; die Astronomie aber im Dienste der Humanität.*) Ein allgemeines Bedürfniß des Menschen verlangt sie, sie sollte Gemeingut aller Gebildeten sein; die Sterne sind uns näher gestellt, als die Natur und Statistik eines Otaheitischen Landes." (Dr. Kühner a. a. O.) Ihren formalen Werth bezeichnet er so: „Die Kenntniß der Sterne dient zunächst zur Befriedigung eines der ersten, natürlichsten und reinsten Bedürfnisse des Gefühls. Dieses wird bald zur Anregung für den Verstand, zur Quelle reiferen Nachdenkens. An die Stelle des träumerischen oder abergläubischen Betrachtens tritt die Selbstthätigkeit der Sinne und des Geistes. Dies bewahrt vor dem Grundfeinde aller Geistesthätigkeit, der Gewöhnung, das Nächstliegende nicht zu sehen — das Erhabenste zu sehen, ohne es zu empfinden — das Unerklärte zu betrachten, ohne es erklären zu wollen. Aus der Kenntniß der Sterne resultirt zugleich ein hoher sittlicher Ernst."

Die Schüler dieser Vortheile theilhaftig zu machen, dazu gehören nicht bloß Kenntnisse, sondern Methode. Die Beurtheiler dieser Schrift haben die, deren ich mich bedient, zu meiner Freude gebilligt. Sie fällt mit der

*) „Zwei Dinge sind es, die das Gemüth immer mit neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht erfüllen, je öfter und je anhaltender sich der Geist mit ihnen beschäftigt: der gestirnte Himmel über mir und das ethische Gesetz in mir." (Kant.)

Natur der Entwickelung des menschlichen Geistes und mit der Geschichte der Wissenschaft zusammen. Dieses ist nicht in allen Unterrichtsobjecten der Fall, aber hier. Der Unterricht geht von der Anschauung aus, und die Methode ist die Geschichte der Wissenschaft selbst; sie ist subjectiv und objectiv zugleich. Schiefe Ansichten (s. das Schlußkapitel) und verkehrte Methode hatten uns den Himmel genommen; die rechte erobert uns ihn wieder. „Daran, daß der Unterricht auf keiner lebendigen Anschauung fußte, keine durch diese Anschauung erworbene Kenntniß des gestirnten Himmels gab, verkümmerte bisher der ohnedies nur fragmentarische Unterricht in der mathematischen Geographie." (Kühner.) Für die Ausbildung des Lehrtalents überhaupt, wie für eine gesunde, d. h. natürliche Betrachtung der Dinge hat das methodisch-richtige Studium der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde die entschiedensten Vortheile. In einer gründlichen und naturgemäßen Entwickelung angehender Lehrer halte ich sie für ganz unentbehrlich. Sie leistet, was auf keinem anderen Wege und durch kein anderes Mittel in gleichem Grade geleistet werden kann. Der dadurch erzielte negative Gewinn ist eben so groß als der positive. Das wissen alle Lehrer aus belebender Erfahrung.

Ueber das Maaß und die Auswahl des Stoffes hat Kühner auch die richtigen Kriterien aufgestellt:

1) Die Erscheinungen, welche mit bloßem Auge wahrnehmbar sind, haben den Vorzug vor denen, welche mit Instrumenten erkannt werden;
2) die Erscheinungen, welche durch Induction, d. h. durch Schluß von einigen Fällen auf alle, verstanden werden können, haben den Rang vor denen, welche mathematischer Begründung bedürfen;

3) die erwiesene Wahrheit hat den Rang vor der bloßen Vermuthung;

4) die praktisch-wichtigen Erscheinungen haben den Rang vor den rein-wissenschaftlichen.

In diesen Merkmalen und jenen Bemerkungen über Methode erhalten die Lehrer den Maaßstab zur Beurtheilung der vorliegenden Arbeit.

Ich habe sie jetzt, wo sie zum zweiten Male erscheint, zu verbessern gesucht. Auf die Kenntniß der Sternbilder (Astrognosie) ist etwas mehr Werth gelegt worden, als in der ersten Auflage. Die beigefügten Sternkarten sollen dem Leser die Auffindung der Sternbilder erleichtern. Sie bilden die Grundlage, den Hintergrund, auf welchem die Bewegungen vorgehen, das Constante jenseits des Variablen. Die Kenntniß derselben ist eigentlich die Basis aller soliden astronomischen Kenntnisse, und mit ihnen müßte ein ganz naturgemäßer Unterricht eigentlich beginnen. Aber der setzte Lehrer- und Schülerverhältnisse voraus, die nicht existiren. — Nach meinem Bedünken ist der mitgetheilte Stoff zur Entwickelung eines gebildeten Bewußtseins über das Wesen und die Gesetze der Weltkörper hinreichend. Das Weitere *) kann der Kenner ohne

---

*) Daß die schwierigeren Lehren, z. B. die Aberration des Lichtes, die Präcession der Nachtgleichen, die Nutation der Weltachse, die Variation der Schiefe der Ekliptik, das Problem der drei Körper und besonders die Ursachen dieser Erscheinungen größten Theils übergangen sind, bedarf nach meinem Bedünken keiner rechtfertigenden Erklärung. Nichts ist im Unterricht schädlicher als „Gründlichkeit zur Unzeit". Der jedesmalige, den Standpunkt der Schüler berücksichtigende Unterricht soll das Nothwendige hervorrufen und das individuelle Weiterschreiten, wenn die Umstände es dem Einzelnen erlauben, fördern, also die Wißbegierde wecken, sie folglich nicht ganz befriedigen. Das ist ein ächter Lehrer, der dieses versteht, der einen soliden Grund legt, auf ihm einen unverwüstlichen Grundbau aufführt, und den strebenden Geistern durch Winke, Andeutungen, Fingerzeige, einzelne Noti-

Mühe an das Vorhandene anschließen. Und da es äußerst lehrreich ist, wenigstens in allgemeinen Umrissen die Entstehungsgeschichte des jetzt schon so hoch und weit ausgebildeten astronomischen Wissens kennen zu lernen, so habe ich den Abriß der Geschichte der Astronomie hinzugethan. Er gehört an das Ende des Buches.

Und somit empfehle ich den Lehrern das Studium der mathematischen Geographie u. s. w. und den so tief bildenden, natürlichen und darum rein-menschlichen Unterricht derselben angelegentlichst. Es giebt manchen leidigen Kram, auch Wissens- oder Notizenkram, und man bedauert im späteren Leben, sich früher damit beschäftigt zu haben; aber die Beschäftigung mit der Himmelskunde — so viel kann man Jedem verbürgen — wird Keinen gereuen.

Wegen verschiedener treffender Bemerkungen und Zusätze, die ich meinem Collegen, Herrn Baumgärtner, verdanke, sage ich demselben hiermit öffentlich meinen Dank.

Berlin, im Sommer 1844.

Der Verfasser.

---

zen u. s. w. den Impuls zu selbstständigem Weiterstreben einflößt. Aus diesem Gesichtspunkte würdige man einzelne Bemerkungen und Notizen dieser neuen Auflage!

Inhalt.

Seite

I. Der Horizont. 1
II. Beobachtungen über dem Horizont. 7
1. An der Sonne. 7
2. An den Sternen. 18
3. Am Monde. 26
4. Nochmals an der Sonne. 34
5. An Sonne, Mond und Sternen. 35
III. Ueberlegung. 44
IV. Erklärungen. 48
1. Die Gestalt der Erde. 48
2. Folgerungen aus der Kugelgestalt der Erde in Verbindung mit früheren Beobachtungen und Erfahrungen. 59
3. Die Größe der Erde. 77
4. Die Bewegung der Erde um die Achse. 84
5. Die Bewegung der Erde um die Sonne. 101
6. Die Erklärung, besonders der jährlichen Erscheinungen. 107
A. Erde und Sonne. 107
B. Erde, Sonne und Mond. 118
C. Das Sonnensystem. 127
V. Bewegende Kräfte oder die Ursachen der Bewegungen und der Erhaltung des Sonnensystems. 138
VI. Physische Beschaffenheit des Mondes, der Sonne, der Planeten und Kometen. 160
1. Von der Sonne. 160
2. Von dem Mercur. 168
3. Von der Venus. 170
4. Vom Mars. 172
5. Von Ceres, Pallas, Juno, Vesta. 173
6. Vom Jupiter. 174

Seite

7. Vom Saturn. 176
8. Vom Uranus. 178
9. Vom Monde. 180
10. Von den Kometen. 197
11. Von den Fixsternen. 200

VII. Messung und Berechnung der Entfernungen auf der Erde und am Himmel. 217

VIII. Von der Zeit und dem Kalender. 226

IX. Von den Sternschnuppen. 232

X. Züge und Andeutungen aus der Geschichte der Astronomie. . 239

Berichtigungen.

Seite 25 Zeile 20 v. u. statt MN lies MQ!
— 94 — 7 v. u. statt Ptolomäus lies Ptolemäus!

Die kleinste Entfernung des Sterns 61 im Schwan wird zu 8 Billionen Meilen angenommen.

I. Der Horizont.

1. Der Ort, wo wir uns auf der Erde befinden, ist unser Standort oder Standpunkt. Unter uns und zur Seite befindet sich die Erdoberfläche, welche in der Ferne an dem Himmel zu endigen scheint. Die Linie, in welcher scheinbar der Himmel mit dem übersehbaren Theile der Erdoberfläche zusammentrifft, heißt der Horizont, der natürliche Horizont. Er erscheint immer als eine krumme Linie, auf offenem Meere als eine vollkommene Kreislinie, auf dem Lande in der Regel eine (mehr oder weniger) der Kreislinie sich nähernde Linie. Der Beobachter steht, wenn es wirklich eine Kreislinie ist, in der Mitte derselben. Der Theil der Erdoberfläche, welchen der Beobachter übersieht, heißt die Fläche des Horizonts, die Horizontfläche. In gebirgigen Gegenden ist sie unregelmäßig krumm, in Flächen nähert sie sich der Ebene. Sie würde überall eine Ebene, die Horizontebene, sein, wenn die Erdoberfläche überhaupt eine Ebene wäre, und sie hätte dann für dasselbe Auge an allen Orten auf der Erde gleiche Ausdehnung, was nicht der Fall ist; es giebt weite und enge Horizonte. Der Meer-Horizont ist der größte. Je höher man steht, desto ausgedehnter und größer ist der Horizont überhaupt oder der Gesichtskreis.

2. Nehmen wir die Horizontfläche als eine Ebene an, so stehen wir senkrecht, lothrecht oder vertikal auf derselben. Ein Bleiloth versinnlicht diese Richtung, die mit jeder durch den Punkt unsrer Füße (den Fußpunkt) in der Horizontebene gezogenen geraden Linie einen rechten Winkel bildet. Die Richtung des Bleilothes, nach oben verlängert, bezeichnet den Punkt am Himmel über unserm Scheitel, den Scheitelpunkt (das Ze-

nith). Er liegt in der Mitte des über der Horizontebene sich wölbenden Himmels, des Himmelsgewölbes.

3. Die Peripherie oder der Umring der Horizontebene wird, wie jede Kreisperipherie, in 360 gleiche Theile getheilt, Grade genannt. Die Hälfte beträgt 180, das Viertel 90 Grade (90°).

4. Durch den Scheitelpunkt denken wir uns Kreise gelegt, welche auf der Horizontebene senkrecht stehen, durch jenes Bleiloth hindurch gehen (Scheitelkreise oder Vertikalkreise). Die Hälfte derselben liegt über unserm Horizont. Vom Scheitelpunkt bis zur Gränze des Horizonts sind 90°. Der Scheitelpunkt ist überall 90° des Vertikalkreises vom Horizonte, der Peripherie der Horizontebene, entfernt. Der Scheitelpunkt hat eine Höhe von 90 Graden. Kreise, welche parallel mit dem scheinbaren Horizonte gedacht werden, heißen Höhenkreise. Sie werden, da der Himmel als ein Gewölbe erscheint, um so kleiner, je weiter man sie von dem Horizonte entfernt denkt. Der Bogen eines Vertikalkreises, zwischen einem Punkte am Himmel und dem Horizonte, heißt die scheinbare Höhe dieses Punktes über dem Horizonte. Ein Punkt im Horizonte hat Null Grad Höhe, der Scheitelpunkt 90 Grad Höhe. Die Höhe aller andern Punkte des Himmels liegt zwischen 0 und 90°, jenem Minimum und diesem Maximum.

5. Die Gegend des Horizontes, wo die Sonne des Morgens über demselben heraufkommt oder aufgeht, heißt die Morgengegend, Morgen oder Osten; wo sie unter den Horizont hinabzusteigen pflegt, die Abendgegend, Abend oder Westen. Osten und Westen stehen einander gegenüber.

6. Von dem Aufgang an steigt die Sonne an jedem Tage höher und höher, bis sie ihren höchsten Stand an diesem Tage erreicht, was Mittags um 12 Uhr der Fall ist, oder, wenn dieses stattfindet, so ist es Mittag. Die Gegend des Horizontes, nach welcher oder über welcher dann die Sonne steht, heißt Mittaggegend, Mittag oder Süden, die ihr gerade entgegengesetzte Mitternacht oder Norden.

Von unserm Standpunkte aus haben wir also 4 Weltgegenden: die Gegenden nach (gegen, gen) Osten, Westen, Süden, Norden. Wenden wir Mittags 12 Uhr das Gesicht gegen Süden, so haben wir links Osten, rechts Westen, hinter uns Nor-

den. Drehen wir uns links im Kreise herum, so folgen Süden, Osten, Norden, Westen auf einander.

7. Unter Osten, Westen, Süden, Norden versteht man Strecken am Horizont, Gegenden; unter Ostpunkt, Westpunkt, Südpunkt, Nordpunkt einzelne Punkte; der Ostpunkt liegt gerade in der Mitte der Ostgegend, und so die übrigen. Der Ostpunkt liegt von unserm Standpunkt genau nach Osten u. s. w. Diese Punkte müssen genau bestimmt werden; sonst kann man sich nicht recht orientiren. (Oriens heißt Morgen; orientiren also etwa: nach Morgen richten. Kann man dies, so weiß man auch, wo die andern Weltgegenden liegen, man kann sich dann nach allen richten, alle bestimmt angeben. Darum versteht man unter Orientiren überhaupt: die Weltgegenden, und danach das Uebrige, was davon abhängt, bestimmen.)

8. Wir bemerken, daß die Sonne zwar an jedem Tage des Jahres in der Ostgegend, gegen Morgen, aufgeht, aber nicht immer an demselben Punkte, nicht immer im Ostpunkte. Eben so geht sie zwar stets in der westlichen Weltgegend, aber nicht immer im Westpunkte, unter. Beides geschieht an denselben Tagen, 2mal in jedem Jahre. Der Punkt des Horizontes, in welchem die Sonne am 21. März und 23. September aufgeht, heißt der Ostpunkt; derjenige, in welchem sie an diesen Tagen untergeht, heißt der Westpunkt. Verbindet man beide in Gedanken durch eine gerade Linie, die folglich in der Horizontebene liegt und zugleich durch unsern Standpunkt geht, und errichtet man auf derselben in unserm Standpunkte in der Horizontebene eine senkrechte Linie, so trifft diese, gehörig verlängert, den Nord- und Südpunkt. Beide Linien theilen die Horizontebene und mithin auch ihre Peripherie in 4 gleiche Theile.

In Graden des Horizontes ist der Nordpunkt vom Ostpunkt 90°, vom Südpunkt 180°, vom Westpunkt 90° entfernt u. s. w.

9. Die in Nr. 8. angedeutete Weise, durch Beobachtung des Auf- und Unterganges der Sonne die Punkte der Weltgegenden zu finden, kann nur am 21. März und 23. September vorgenommen werden, weil nur an diesen Tagen die Sonne im Ost- und Westpunkte auf- und untergeht. Wünschenswerth ist es daher, ein Verfahren kennen zu lernen, durch welches wir an jedem (wenigstens an jedem sonnenhellen) Tage die Weltgegenden bestimmen können.

Wüßten wir genau die Zeit des Mittags, wo die Sonne für diesen Tag ihren höchsten Punkt erreicht; könnten wir durch diesen Punkt einen Scheitelkreis legen und diesen bis zum Horizont verlängern: so hätten wir den Süd- und den Nordpunkt.

Diese werden nach kurzer Ueberlegung in nachfolgender Art genau gefunden:

Steht die Sonne an einem Tage am höchsten, so wirft ein senkrecht auf der Horizontebene errichteter Stab für diesen Tag den kürzesten Schatten. Derselbe ist genau nach Norden, rückwärts verlängert nach Süden gerichtet. Beim Sonnenauf- und Untergang ist der Schatten des Stabes lang; am Morgen fällt er gegen Westen, am Abend gegen Osten.

Man errichtet auf einer horizontal, d. h. mit dem stillstehenden Wasserspiegel parallel gestellten Tischfläche einen senkrechten Stift (er sei oa, Fig 1.), beschreibt aus o auf der Tischebene einen Kreis von solcher Größe, daß der Schatten des Stabes am Morgen größer, gegen Mittag kleiner ist, als der Halbmesser des Kreises, so daß der Endpunkt des Schattens am Morgen, und folglich auch am Nachmittage, durch die Peripherie des Kreises hindurchrückt. Die Punkte, wo dieses geschieht, z. B. in b und c, merkt man sich, man bezeichnet sie durch Einstiche mit einer Nadel. Nun verbindet man b und c durch eine gerade Linie, theilt sie in 2 gleiche Theile in d, und zieht die gerade Linie od, so hat od genau die Richtung von Süden nach Norden. In Gedanken bis zur Gränze des Horizontes verlängert, bezeichnet sie den Nord- und Südpunkt. Diese gerade Linie nennt man die Mittagslinie.

Anmerk. Könnte man beobachten, in welchem Augenblicke der Schatten des Stabes am kürzesten ist, so bedürfte es zur Verzeichnung der Mittagslinie nur dieser einen Beobachtung. — Aus später erhellenden Gründen kann auf jene Art die Mittagslinie genau nur zur Zeit des längsten und kürzesten Tages gefunden werden.

10. Die Mittagslinie liegt in der Horizontebene und zugleich in der Ebene des Scheitelkreises, welcher durch den Nord- und Südpunkt geht. Diesen Scheitelkreis nennt man den Mittagskreis oder Meridian des Ortes, wo man sich befindet. Mittagskreis, weil es an jedem Tage für den bestimmten Ort Mittagszeit ist, wenn die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne)

durch diesen Kreis geht. Warum jene Linie Mittagslinie heißt, ist leicht zu erklären. Mittagslinie und Mittagskreis sind wohl zu unterscheiden. Die Mittagslinie ist die Linie, in welcher Mittagslinie und Horizontebene einander durchschneiden.

11. Eine gerade Linie, in dem Standpunkte, in der Horizontebene auf der Mittagslinie senkrecht errichtet und nach beiden Seiten hinreichend verlängert, bezeichnet den Ost- und Westpunkt. Eine gerade Linie, vom Standpunkte nach dem Scheitelpunkte gezogen, steht auf beiden Linien, wie auf jeder durch ihren Fußpunkt in der Horizontebene gezogenen geraden Linie, d. h. auf der ganzen Horizontebene, senkrecht (Nr. 2.). Wir nennen sie die Loth-, Vertikal- oder Scheitellinie (nicht zu verwechseln mit Scheitelkreis).

Der Scheitelkreis, welcher durch den Ost- und Westpunkt geht, heißt der erste Scheitelkreis.

Horizont und Meridian (eines Ortes) schneiden einander in der Mittagslinie, Horizont und erster Scheitelkreis in der Ost-Westlinie, Meridian und erster Scheitelkreis in der Scheitellinie. Jede der drei geraden Linien: Mittagslinie, Ost-Westlinie und Scheitellinie, steht auf den beiden andern senkrecht. Jeder der drei einander gleichen Kreise: Horizont, Meridian und erster Scheitelkreis, steht auf den beiden andern senkrecht.

Wie bei uns der Himmel über dem Horizont ausgespannt ist, so allenthalben, auf allen Punkten der Erde. Der ganze sichtbare Himmel umzieht die Erde wie die innere Fläche einer großen Kugel. Der Horizont theilt die Himmelskugel in 2 gleiche Theile oder Hälften (?): die sichtbare und unsichtbare. Jene ist über, diese unter dem Horizont.

Der Meridian theilt die Himmelskugel ebenfalls in 2 gleiche Hälften: die östliche und westliche. Die Hälfte der östlichen und die Hälfte der westlichen Hälfte ist über dem Horizont.

Der erste Scheitelkreis theilt die Himmelskugel auch in 2 gleiche Theile. Von jedem Theile liegt die Hälfte über dem Horizont.

Die über dem Horizont liegende, die sichtbare Hälfte der Himmelskugel, wird durch den Meridian, wie durch den ersten Scheitelkreis in 2 gleiche Theile getheilt, durch jenen in den östlichen und westlichen, durch diesen in den südlichen und nördlichen Theil, durch beide zusammen in 4 gleiche Theile.

Vom Meridian und vom ersten Scheitelkreis liegt die Hälfte über dem Horizont.

12. Der Horizont wird durch die Mittags- und die Ost-Westlinie in 4 gleiche Theile (Quadranten) getheilt. Wo sie zusammenstoßen, sind die Hauptweltgegenden. Den Bogen eines jeden Quadranten theilt man in 2 gleiche Theile. Dadurch entstehen die Nebenweltgegenden: Nordost, Südost, Südwest, Nordwest. Setzt man die Theilung der (8) Bogen in gleiche Theile fort, so entstehen die Neben-Nebenweltgegenden. Das Ganze, aus 32 gleichen Theilen bestehend, heißt die Windrose; Windrose, weil die Winde von der Richtung, aus welcher sie wehen, ihren Namen erhalten. Siehe Fig. 2.! Man muß sich die Namen (die Art der Namengebung) merken:

a. 4 Hauptweltgegenden: Norden, Süden, Osten, Westen.

b. Dazwischen: Nordost, Südost, Nordwest, Südwest.

c. Diese 8 sind in der Ordnung von Nord nach Ost u. s. w. ringsum: Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord.

d. Dazwischen, d. h. zwischen je 2 auf einander folgenden: Nord-Nordost, Ost-Nordost, Ost-Südost, Süd-Südost, Süd-Südwest, West-Südwest, West-Nordwest, Nord-Nordwest. Die Hauptweltgegend wird folglich immer zuerst genannt, z. B. Nord-Nordost, nicht Nordost-Nord u. s. w.

e. Die dazwischen liegenden heißen (statt Nord-Nord-Nordost): Nord gen Ost, dann Nordost gen Nord u. s. w.; siehe die Windrose.

Eine Magnetnadel auf einer Windrose spielend, in einem Kästchen eingeschlossen, ist ein Compaß, eine Boussole.

Aufgaben und Fragen

(zur Prüfung, zur Wiederholung und Einübung).

1) Der Lehrer giebt einem der Schüler, mit welchem er auf freiem Horizont steht, einen Stab in die Hand, und läßt sich zeigen, was er nennt: Standpunkt, Horizont, Horizontebene, Horizonthalbmesser, Ost-, West-, Süd-, Nordpunkt, östliche Weltgegend, südliche u. s. w.; Nordost, Südost u. s. w.; Nord, Nordost, Ost, Südost u. s. w.; dann je 2 einander gerade entgegengesetzte; die Lage von Bäumen und Gebäuden wird vom Standpunkt aus nach den Weltgegenden bestimmt.

2) Ein andrer Schüler zeigt, was folgende Wörter, die vom Lehrer oder einem Schüler ausgesprochen werden, bedeuten: Standpunkt, Scheitel-

punkt (Zenith), Scheitellinie, Scheitelkreise, Mittagslinie, Mittagskreis (Meridian) — östlicher Theil des sichtbaren Himmelsgewölbes, westlicher, südlicher, nördlicher — Auf- und Untergangspunkt der Sonne am 21. März und 23. September — ihre Standpunkte zur Mittagszeit — die Lage der Höhenkreise, die Höhen angenommener Punkte am Himmel, z. B. der Sonne u. s. w.

3) Wie weit (wie viel Grade) ist der Nordpunkt entfernt vom Südpunkt, Ostpunkt, Westpunkt u. s. w. — der Scheitelpunkt vom Nord-, Ost-, Süd-, Westpunkt? Zeige den Bogen vom Südpunkt bis zum Scheitelpunkt, vom Südpunkt bis zum Ostpunkt, vom Südpunkt bis zum Westpunkt, vom Südpunkt bis zum Nordpunkt u. s. w. — die Lage des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes am Morgen, am Mittag, am Abend!

II. Beobachtungen über dem Horizont.

Bisher haben wir im Allgemeinen das Feststehende oder Bleibende über dem Horizont (z. B. dem Berliner) betrachtet. Nun gehen wir zur Betrachtung des Veränderlichen, zu den Erscheinungen über, welche über dem Horizont zu beobachten sind.

1. Beobachtungen an der Sonne.

1. Die Sonne kommt an jedem Tage des Jahres über unsern Horizont, und geht unter denselben hinab. Täglicher Auf- und Untergang der Sonne. Jenes geschieht in der östlichen, dieses in der westlichen Weltgegend.

2. Sie geht nicht immer in denselben Punkten des Horizontes auf und unter, vielmehr ändern diese Punkte täglich ihre Stelle innerhalb einer bestimmten Gränze.

3. Zweimal im jedem Jahre geht sie (in ganz ebenen Gegenden) im Ostpunkte auf und an denselben Tagen im Westpunkte unter: am 21. März und am 23. September.

4. Vom 21. März an weicht der Aufgangs- und Untergangspunkt vom Ost- und Westpunkt gegen Norden ab; täglich mehr bis zum 21. (oder 22.) Juni jedes Jahres, an welchem Tage sie am weitesten vom Ostpunkte auf-, vom Westpunkte un-

tergeht; beides gegen Norden zu, und zwar um gleich viel, in Berlin (in runder Zahl) unter dem 52. (genauer, wenn auch noch nicht ganz genau: $52\frac{1}{2}$.) Grade nördlicher Breite (was dies heißt, wird später erklärt werden), 41 Grad vom Oſt- und Weſtpunkt entfernt.

5. Vom 21. Juni ab nähern ſich die Auf- und Untergangspunkte der Sonne allmählig wieder dem Oſt- und Weſtpunkt, und treffen am 23. September mit ihnen zuſammen. Gleich viel Tage vor und nach dem 21. Juni (z. B. am 12. und 30. Juni) ſind die Auf- und Untergangspunkte dieſelben.

6. Vom 23. September ab weichen die Auf- und Untergangspunkte von dem Oſt- und Weſtpunkt gegen Süden zu ab. Die größte Entfernung jener von dieſen findet am 21. (oder 22.) December jedes Jahres ſtatt, 41 Grad.

7. Vom 21. December ab nähern ſich die Auf- und Untergangspunkte dem Oſt- und Weſtpunkt, und fallen am 21. März mit ihnen wieder zuſammen. Ein Jahr iſt herum, und nun beginnt wieder derſelbe Verlauf; folglich regelmäßige Veränderung oder Abwechſelung im Laufe eines Jahres in Betreff der Punkte oder Orte des Auf- und Untergangs der Sonne.

---

8. An jedem Tage des Jahres läuft oder geht die Sonne über dem Horizont in einem Bogen, ſie beſchreibt täglich einen Bogen, d. h. einen Theil eines Kreiſes. Man nennt dieſen Bogen den Tagbogen der Sonne.

Der dieſen Tagbogen zu 360° ergänzende, unter dem Horizonte liegende Bogen, welcher von der Sonne während der Nacht durchlaufen wird, heißt Nachtbogen; der ganze Kreis, gebildet aus Tag- und Nachtbogen, heißt Tageskreis der Sonne.

Tagbogen + Nachtbogen = Tageskreis (oder Tagkreis) = 360 Grad.

Tagbogen = 360° — Nachtbogen (dieſes Tages).

Nachtbogen = 360° — Tagbogen.

Die Tageskreiſe der Sonne ſind an den verſchiedenen Tagen des Jahres nicht einander gleich. Am 21. März und 23. September iſt der Tageskreis am größten. Von ihm aus nehmen ſie gegen Norden und Süden zu an (ſcheinbarer) Größe ab.

9. Die Tagbogen sind an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich.

10. Am 21. März und 23. September betragen sie gerade 180°, d. h. die Hälfte eines Kreises.

11. Vom 21. März bis zum 21. Juni wachsen die Bogen täglich. Am 21. Juni beträgt der Tagbogen über dem Berliner Horizont 248 Grad.

12. Vom 21. Juni an nehmen sie ab, bis zum 21. December, an welchem Tage er nur 112 Grad beträgt. *)

13. Vom 21. December ab nimmt der Tagbogen wieder zu, bis zu der Größe von 180° am 21. März. Nun kehrt in Betreff der Größe der Tagbogen dieselbe Ordnung wieder, wie das Jahr zuvor. Abermals *regelmäßiger Wechsel*, den man (im uneigentlichen, aber dem eigentlichen Sinne des Wortes naheliegenden Sinne) einen *Kreislauf* nennt.

---

14. Die Tagbogen der Sonne, oder die Kreise, in welchen die Sonne täglich zu laufen scheint, erheben sich nicht senkrecht, sondern schief über unsern Horizont.

15. Die Tagbogen des ganzen Jahres haben eine parallele Lage gegen einander, und immer dieselbe Lage gegen den Horizont.

16. Jeder Tagbogen macht mit unserm Horizonte gegen Süden zu einen spitzen, gegen Norden einen stumpfen Winkel.

17. Die Sonne durchläuft in derselben Zeit, z. B. in einer Stunde, gleich viel Grade der Tagbogen (15°). Da die Tagbogen (Nr. 8.), folglich auch die Grade derselben ungleich sind, so erhebt sich die Sonne an auf einander folgenden Tagen nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über den Horizont. Am 21.

---

*) Unter andern Breiten ändern sich die angegebenen Zahlen. Der Lehrer nehme den Breitengrad *seines* Wohnortes zur Basis. Auf einem Horizont unter 49° Breite ist die Entfernung des Aufgangspunktes der Sonne am längsten Tage von dem Ostpunkte $37\frac{1}{2}$° entfernt, und der Tagbogen der Sonne beträgt daselbst an dem längsten Tage 241°, an dem kürzesten 119°. — Wie solche Bogen gemessen werden, muß der Lehrer dem Schüler durch ein einfaches Instrument veranschaulichen. Ein runder Tisch mit einem Lineal kann auch dazu gebaucht werden. Die gegenseitige Beziehung von Winkel und Bogen ist dabei sehr wichtig.

März und 23. September bewegt sie sich (scheinbar) am schnellsten; am 21. December und 21. Juni am langsamsten.

18. Der Meridian schneidet jeden Tagbogen unter rechten Winkeln, und theilt jeden in zwei gleiche Theile; der östliche Theil, vom Meridian aus, ist gleich dem westlich liegenden.

19. Am 21. März und 23. September liegen von dem Durchschnittspunkt der Tagbogen und des Meridians gegen Osten 90^0 und gegen Westen 90^0.

20. Am 21. Juni liegen zwischen dem Auf- und Untergangspunkt der Sonne und dem Durchschnittspunkt des Tagbogens mit dem Meridian 124 Grad.

21. Am 21. December beträgt dieser Bogen 56 Grad.

---

22. Die Durchschnittspunkte der Tagbogen mit dem Meridian liegen an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich weit vom Scheitel- und folglich auch vom Südpunkt entfernt. Oder: die Sonne erreicht an verschiedenen Tagen Mittags um 12 Uhr verschiedene Höhe.

23. Am 21. März und 23. September liegen zwischen dem Durchgangspunkt der Sonne durch den Meridian und dem Südpunkt 38^0 des Meridians, folglich von jenem bis zum Scheitelpunkt ($90^0 - 38^0$) 52^0. Genauer für den Berliner Horizont: $37\frac{1}{2}{}^0$, $90^0 - 37\frac{1}{2}{}^0 = 52\frac{1}{2}{}^0$.

24. Am 21. Juni ist der Durchgangspunkt der Sonne durch den Meridian vom Südpunkt $37\frac{1}{2}{}^0 + 23\frac{1}{2}{}^0 = 61^0$, folglich vom Scheitelpunkt $90 - 61^0 = 29^0$ entfernt.

25. Am 21. December beträgt die Entfernung des Durchgangspunktes der Sonne durch den Meridian vom Südpunkt $37\frac{1}{2}{}^0 - 23\frac{1}{2}{}^0 = 14^0$, folglich vom Scheitelpunkt $90^0 - 14^0 = 76^0$.

26. An jedem Tage erreicht die Sonne in dem Augenblick, in welchem ihr Mittelpunkt durch den Meridian geht, ihre größte Höhe. Man sagt dann: sie culminirt. Die Punkte des Meridians, in welchen es geschieht, heißen Culminationspunkte der Sonne.

Der Culminationspunkt der Sonne hat demnach am 21. März und am 23. September von dem Südpunkt eine Entfernung von $37\frac{1}{2}{}^0$, am 21. Juni steht sie $23\frac{1}{2}{}^0$ höher, am 21. December $23\frac{1}{2}{}^0$ tiefer.

27. Die Culminationspunkte der Sonne liegen das ganze Jahr hindurch (folglich alle) zwischen dem Scheitel- und Südpunkt, in dem südlichen Theile des Meridians. Die Sonne steht uns folglich jeden Tag, Mittags um 12 Uhr, gegen Süden; niemals kommt sie in den nördlichen Theil des Meridians, niemals in den Scheitelpunkt.

28. Der Schatten, den ein auf dem Horizont senkrecht errichteter Stab wirft, fällt folglich jeden Mittag um 12 Uhr nach Norden zu, in die Richtung der Mittagslinie.

29. Den Bogen oder Kreis, welchen die Sonne am 21. März und 23. September zu durchlaufen scheint, nennt man (warum — wird später klar werden) Aequator, und zwar Aequator des Himmels; den Kreis, den sie am 21. Juni beschreibt: Wendekreis des Krebses; den, in welchem sie sich am 21. December bewegt: Wendekreis des Steinbocks. Wendekreise, weil die Sonne an den genannten Tagen zum Aequator zurückkehrt, in welchem sie jährlich zweimal steht, der als der Ort des mittleren Standes der Sonne angesehen wird (Gleicher).

30. Der Aequator schneidet den Horizont in der Ost-Westlinie, unter einem Winkel von $37\frac{1}{2}^0$, welcher durch den Meridianbogen vom Südpunkt bis zum Durchschnittspunkt des Meridians mit dem Aequator gemessen wird.

31. Der Durchschnittspunkt des Wendekreises des Krebses und des Meridians ist: a) vom Südpunkt $37\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 61^0$; b) von den Durchschnittspunkten desselben Kreises mit dem Horizont 124 Grad (in Graden des Wendekreises) entfernt.

Der Wendekreis des Steinbocks erreicht eine Höhe von $37\frac{1}{2}^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 14^0$; dieser Höhenpunkt (Durchschnittspunkt des Wendekreises des Steinbocks mit dem Meridian) ist von den Punkten, in welchen derselbe den Horizont schneidet, 56^0 (in Graden des Wendekreises) entfernt.

32. Der Wendekreis des Krebses ist vom Wendekreise des Steinbocks $23\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 47^0$ entfernt.

33. Die Sonne bewegt sich das ganze Jahr hindurch zwischen den Wendekreisen. In dem Wendekreis des Steinbocks, am 21. December, steht sie (Mittags) am tiefsten; im Wendekreis des Krebses, am 21. Juni, am höchsten.

1) Der Lehrer stellt einen runden Tisch auf dem freien Felde oder in der Mitte des Zimmers auf. Die Tischplatte stellt den Horizont vor. Er bestimmt nach der wirklichen Lage der Cardinalpunkte des Horizonts (Nord, Süd u. s. w.) Punkte der Tischperipherie, welche dieselben vorstellen. Er zieht einen Reifen über denselben, welcher den Meridian vorstellt. Dann stellt er durch drei andere Reifen den Aequator und die Wendekreise dar. Die Schüler müssen Alles, was an dem Himmel beobachtet und bemerkt wurde, an der gemachten Vorrichtung angeben.

2) Hierauf wird den Schülern die Aufgabe gestellt, die im Freien wahrgenommenen und an dem Tische dargestellten Kreise durch eine Zeichnung auf Papier oder auf ihren Tafeln darzustellen. (Erst Wirklichkeit, dann Modell, dann Zeichnung.) Natürlich kann diese Zeichnung verschieden ausfallen und immer richtig sein. Der Versuch gelinge oder mißlinge, das Versuchen fruchtet; dann entwerfe der Lehrer vor den Augen der Schüler an der Schultafel die Kreise. Z. B. Fig. 3.! NWSON stellt den Horizont dar, N den Nordpunkt, S den Südpunkt, W den West-, O den Ostpunkt, NZS den Meridian. (Das Auge des Zeichners ist senkrecht über dem Scheitelpunkt Z zu denken!) WbO ist der Aequator, KcR der Wendekreis des Krebses, BaU der des Steinbocks. Nun beginnt das Examiniren: Was bedeutet N, S, W, O, NZS, ZN, OR, OU, WK, WB, RU, KB, SU, SO, SR u. s. w., NR, NO, NU u. s. w., Sa, Sb, Sc, Nc, Nb, Na, ab, bc, ac, bO, bW, cR, cK, aU, aB u. s. w.?

3) Zeiget an der Figur den Bogen, welcher vorstellt: die Mittagshöhe der Sonne am 21. März, am 21. Juni, am 21. December; den Lauf der Sonne am längsten Tage, am kürzesten Tage; den Tagbogen der Sonne am 21. September von Morgens 6 bis Mittags 12 Uhr, u. s. w. durch die ganze Figur hindurch, bis alles Schwankende und Unsichere in den Vorstellungen der Schüler verschwunden ist.

34. In dem Augenblicke, in welchem der Sonnenmittelpunkt durch den Meridian eines Ortes geht, ist es daselbst *Mittagszeit*, Mittag 12 Uhr. Danach werden die Uhren gestellt. Die Zeit, welche von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten Durchgange verfließt, heißt ein *Sonnentag*, welcher wie der *bürgerliche*, der mit 12 Uhr Mitternachts beginnt, in 24 gleiche Theile, Stunden genannt, getheilt wird. Die Zeiten zwischen je 2 auf einander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Meridian sind (bis auf kleine Verschiedenheiten, die hier noch nicht in Betracht kommen können) einander gleich; folglich sind auch die 24stel, d. h. die Stunden an den einzelnen Tagen, einander gleich.

35. Durch den Aufgang der Sonne entsteht der *natürliche* Tag, nach ihrem Untergang bricht die Nacht herein. Dem eigent-

lichen Aufgange, d. h. ihrer Erhebung über den Horizont, geht die Morgendämmerung vorher; zwischen dem Augenblick ihres Verschwindens unter den Horizont bis zur vollkommnen Nacht liegt die Abenddämmerung. Man rechnet, daß die Morgendämmerung am östlichen Himmel beginnt, sobald die kleinsten Sterne verschwinden, und daß die Abenddämmerung beginnt mit dem Sichtbarwerden der größten Sterne. *) Die Dauer der Dämmerung ist an auf einander folgenden Tagen nicht gleich, weil sich, wie aus Nr. 17. erhellt, die Sonne über und unter dem Horizonte an solchen Tagen nicht mit scheinbar gleicher Geschwindigkeit bewegt. Aus Nr. 17. erhellet vielmehr schon, daß, da die Sonne sich am 21. März und am 23. September über und unter dem Horizonte am schnellsten bewegt **), die Dämmerung an den genannten Tagen am kürzesten sein muß. Je schneller sich die Sonne vom Horizonte entfernt oder demselben nähert, desto kürzer muß die Dämmerung sein, und umgekehrt. Dieselbe dauert so lange, als die Sonne zwischen dem Horizonte und einem Kreise, welcher 18° unter demselben parallel mit ihm gelegt gedacht wird, verweilt. Der letztere heißt der Dämmerungskreis. Die Entfernung beider wird auf einem Vertikalkreise gemessen. Die zwischen beiden liegende Zone heißt die Dämmerungszone. Von den verschiedenen Tageskreisen der Sonne liegen nicht gleich viel Grade in der Dämmerungszone; von dem Aequator am wenigsten. Da nun aber (nach Nr. 17.) in derselben Zeit von verschiedenen Tageskreisen gleich viel Grade zurückgelegt werden, so muß die Zeit, in welcher die Sonne, im Aequator laufend, die Dämmerungszone durchschreitet, die (relativ) kürzeste sein.

36. Auf einander folgende Tageslängen, d. h. die Zeiten von einem Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang an demselben Tage, sind nicht gleich lang. Am 21. März und 23. September

---

*) Obige Bestimmung gilt von der astronomischen Dämmerung. Unter der bürgerlichen versteht man die Zeit von dem Untergang der Sonne bis zu der Zeit, wenn man ein Licht anzünden muß, um lesen zu können. (Aehnlich des Morgens.) Diese Bestimmung ist sehr ungenau, aus natürlichen Gründen. Wenn die Sonne etwa 6° unter dem Horizonte steht, ist jenes der Fall.

**) Obige Bestimmung ist nicht ganz genau. Das Genauere gehört aber nicht hieher.

geht in ebenen Gegenden die Sonne um 6 Uhr Morgens auf und um 6 Uhr Abends unter. Tag und Nacht sind dann einander gleich oder gleich lang. Man nennt diese Tage die Tage der Tag- und Nachtgleiche: Frühlings- und Herbst-Tag- und Nachtgleiche (Aequinoctium).

37. Vom 21. März ab wachsen die Tage mehr und mehr, die Nächte nehmen ab. Um so viel die Tage wachsen, um so viel nehmen die Nächte ab. Dieses Zunehmen dauert bis zum 21. Juni, dem längsten Tage, an welchem die Sonne in den Wendekreis des Krebses tritt. Dann hat sie ihre größte Abweichung oder Entfernung vom Aequator nach Norden erreicht, sie kehrt zum Aequator zurück, steht also einen Augenblick (scheinbar) still. Dieser Punkt heißt der Sommer-Sonnenstillstandspunkt (das Sommersolstitium), der 21. Juni der Tag der Sommer-Sonnenwende. Mit diesem Tage beginnt die Jahreszeit, Sommer genannt. Die Sonne geht für den Horizont von Berlin Morgens zwischen 3 und 4 Uhr auf, und Abends gegen 9 Uhr unter. Der längste Tag dauert also hier etwa 17, der kürzeste Tag 7 Stunden.

38. Vom 21. Juni nehmen die Tage ab, die Nächte zu, bis am 23. September beide zum zweiten Male im Jahre einander gleich sind. Herbst-Tag- und Nachtgleiche, Herbstäquinoctium. Der Herbst beginnt.

39. Die Tage nehmen fortwährend ab, die Nächte zu, bis zum 21. December, an welchem Tage die Sonne ihre größte südliche Entfernung vom Aequator erreicht. Sie kehrt also nun zum Aequator zurück, scheinbar um, steht folglich scheinbar einen Augenblick still, Winter-Sonnenstillstandspunkt, Wintersolstitium. Der Winter fängt an.

40. Die Tage nehmen wieder zu, die Sonne nähert sich wieder dem Aequator, sie steigt alle Tage höher herauf, bis sie am 21. März wieder im Ostpunkt auf-, im Westpunkt untergeht und Tag und Nacht abermals gleich macht. Ein Jahr ist herum, und Alles kehrt in derselben Ordnung wieder. Regelmäßigkeit und Ordnung in beständigem Wechsel — Kreislauf des Jahres: Frühling, Sommer, Herbst und Winter u. s. w.

41. Am 21. December liegt der Tagbogen der Sonne am

meisten südlich, der Tagbogen ist der kleinste von allen im Jahre; die Sonnenstrahlen treffen also den Horizont zu Mittag unter dem kleinsten Winkel, und der Tag ist der kürzeste. Diese vereinigten Umstände sind die Ursachen der kalten Jahreszeit, des Winters. Am 21. Juni ist der Tag der längste, die Sonne steht am längsten am Himmel, sie erreicht im Meridian die größte Höhe, die Strahlen treffen den Horizont in einer Richtung, die sich der senkrechten am meisten nähert. Dadurch entsteht die Wärme, die Jahreszeit: Sommer genannt. Zwischen Winter und Sommer liegen die Zeiten der mittleren Wärme und Kälte: der Frühling und der Herbst. Es ist bekannt, daß Kälte und Wärme in verschiedenen Wintern und Sommern sehr verschieden sind. Kürze und Länge der Tage und die damit verbundenen Standpunkte der Sonne bewirken folglich nicht allein die Kälte und Wärme. Auch fällt die größte Kälte in der Regel nicht auf den kürzesten Tag, sondern tritt erst später ein, um die Mitte des Monats Januar. So pflegen auch die heißesten Tage erst nach der Sommersonnenwende einzutreten. Die Ursachen sind: vom Sommer her enthält die Erde noch viel Wärme, vom Winter her noch viel Kälte. Doch herrscht in dem Wechsel der Wärme und Kälte eine sehr große Verschiedenheit. Nur im Allgemeinen fällt die warme Jahreszeit in die Zeit des Sommers, die kalte in die Zeit des Winters. *) Theilt man das Jahr in zwei Hälften, Winter- und Sommerhalbjahr (Winter- und Sommersemester): so rechnet man Frühling und Sommer zu diesem, Herbst und Winter zu jenem. Der 21. März und der 23. September sind die Gränzscheiden. Das bürgerliche Jahr beginnt 10 Tage nach dem Wintersolstitium, am 1. Januar. Man theilt es in 4 gleiche Theile: Quartale genannt. Das erste Quartal umfaßt die Monate Januar, Februar und März u. s. w. Das bürgerliche gemeine Jahr hat eine Länge von 365 Tagen; ein Schaltjahr, welches alle 4 Jahre einzutreten pflegt, ist 366 Tage lang. Warum und wie — folgt später.

---

*) Darum unterscheidet man die physischen Jahreszeiten von den astronomischen. Oben haben wir letztere angegeben. Der physische Sommer tritt oft viel früher ein als der astronomische, d. h. wir haben Sommerwärme oder Hitze vor dem 21. Juni u. s. w.

Aufgaben und Fragen.

1) Wann geht die Sonne im Ostpunkte auf? Wann geht sie im Westpunkte unter? Auch in Gegenden, deren östlicher oder westlicher Horizont mit Gebirgen versehen ist? Wie viel Grad in der Peripherie des Horizonts ist (auf dem Berliner Horizont, von dem hier immer die Rede ist) am 21. Juni der Aufgangspunkt der Sonne entfernt: a) vom Ostpunkt? b) vom Nordpunkt? c) vom Südpunkt? Wie verhält sich in dieser Beziehung der Untergangspunkt der Sonne an demselben Tage? Wie beide am 21. December jedes Jahres? Wie die Auf- und Untergangspunkte am 21. Juni und 21. December zu einander? Wie weit (versteht sich: wie viel Grad) ist der Aufgangspunkt am 21. Juni vom Aufgangspunkt am 21. December entfernt? Welche Entfernung hat der Punkt, in welchem die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) am 21. December untergeht: a) von dem Westpunkt; b) vom Südpunkt; c) vom Nordpunkt; d) vom Ostpunkt; e) vom Aufgangspunkt am 21. Juni? u. s. w. (Alles in Graden des Horizontes.) Wie weit sind die Auf- und Untergangspunkte das ganze Jahr hindurch vom Scheitelpunkt entfernt?

2) An welchen Tagen sind die Tagbogen der Sonne 180°? In welcher Zeit größer, wann kleiner als 180°? An welchem Tage hat der Tagbogen seine größte Länge erreicht (sein Maximum)? An welchem Tage beschreibt die Sonne einen Nachtbogen, der dem Tagbogen an Größe gleich ist, den sie am 12. Juni beschreibt? An welchem Tage beginnt das Wachsthum der Tagbogen? Wie lange dauert es? Von welchem Tage an bis zu welchem Tage nehmen die Tagbogen ab?

3) Vergleiche die Größe der Tagbogen mit der Lage der Auf- und Untergangspunkte der Sonne! Z. B.: Durch welchen Auf- und Untergangspunkt geht der kürzeste, der mittlere, der größte Tagbogen?

4) Welche Lage haben die Tagbogen der Sonne gegen den Horizont: haben sie eine veränderliche, oder eine sich gleich bleibende (constante) Lage? Welche Größe haben die spitzen, welche die stumpfen Winkel? Nach welcher Weltgegend liegen jene und diese? Welche Lage haben die Tagbogen gegen einander?

5) Welche Lage hat der Meridian gegen die Tagbogen? Welchem Punkte der Tagbogen liegt der Südpunkt des Horizontes am nächsten? Welche Entfernung hat der Südpunkt von dem Culminationspunkte der Sonne am 21. December, am 21. März, am 21. Juni, am 23. September (in Graden des Meridians)? Wie weit ist der Scheitelpunkt von den Culminationspunkten an diesen Tagen entfernt? Wie weit der Nordpunkt? Welche Bogen haben eine Länge von $37\frac{1}{2}°$, 14°, 61°? In welchem Theile des Meridians liegen sämmtliche Culminationspunkte der Sonne? Wie vielerlei Richtungen hat der Schatten eines Menschen an verschiedenen Tagen des Jahres, Mittags 12 Uhr?

6) Welche Entfernung hat der Südpunkt vom Wendekreis des Steinbocks, vom Aequator, vom Wendekreis des Krebses? Auf welchem Kreise werden diese kleinsten Entfernungen bestimmt? Welches ist die kleinste Entfernung

fernung des Scheitelpunktes (Zenithes) vom Aequator und von den Wendekreisen? Warum sind die Bogen des Horizontes, welche zwischen den Durchschnittspunkten der Wendekreise mit dem Horizont liegen, größer als $23\frac{1}{2}^{0}+23\frac{1}{2}^{0}=47^{0}$?

7) Zeige mir mit diesem Stabe: die Lage des Aequators, des Wendekreises des Krebses, des Steinbocks! den Bogen des Meridians zwischen Südpunkt und Aequator, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Krebses, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Steinbocks, zwischen den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und Aequator!

8) Stellet die Lage der 4 Kreise: Meridian, Aequator, Wendekreise — durch Reifen über einer Tischfläche dar, benennet alle Punkte, zeiget alle Bogen und sprechet alle gefundenen Wahrheiten in kurzen Sätzen klar und bestimmt aus! (Angabe alles dessen, was Fig. 3. darstellt.)

9) Wie oft im Jahre und wann sind die Tage und Nächte einander gleich? Auf welchen Tag fällt das Frühlingsäquinoctium, auf welchen das Herbstäquinoctium? Wann ist der kürzeste Tag? der längste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie lange nehmen die Tage zu? wie lange ab? die Nächte zu? ab? Von welchem Tage bis zu welchem Tage nehmen die Tage zu? die Nächte? Wie lange dauert in Berlin der längste Tag? der kürzeste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie viel Tage der Sonnenwenden oder Solstitien haben wir? Wann treten sie ein? Zwischen welchen Kreisen liegen die Tagbogen der Sonne in der Jahreszeit: Winter genannt? im Frühling? im Sommer? im Herbste? Welche Erscheinungen fallen am 21. December, 21. März, 21. Juni, 23. September zusammen? (Z. B. am 21. December: Stand der Sonne im Wendekreis des Steinbocks, südlichster Aufgangspunkt derselben vom Ostpunkte aus, tiefster Standpunkt zu Mittag im Meridian, kürzester Tag u. s. w.)

10) Welches sind die allgemeinsten Ursachen der Wärme im Sommer, der Kälte im Winter? In welchem Maaße pflegt die Wärme zu- und abzunehmen? Welches sind die Gränzen des astronomischen Winter- und Sommerhalbjahres (Semesters)? Welche Monate gehören zum ersten, zweiten, dritten und vierten Quartal? In welchen Monaten nehmen die Tage zu? in welchen ab? Giebt es einen Monat, in welchem die Tage erst ab-, dann wieder zunehmen? In welchem Monat findet das Umgekehrte Statt?

11) Wie viel Tage liegen zwischen dem 21. März und dem 23. September, und wie viele zwischen dem 23. September und dem 21. März, oder: wie verhält sich die Länge des Sommerhalbjahres (Sommersemesters) zur Länge des Winterhalbjahres (Wintersemesters)?

Die Schüler finden einen Unterschied von etwa 6 Tagen. Woher, warum? — Es wird ihnen in der Folge klar werden. Erst Thatsachen, später Erklärung derselben. Die Geschichte der Astronomie ist ihre Methode (d. h. der Methode des Unterrichts). (Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeige — nach Lessing, siehe Vorwort!)

2. Beobachtungen an den Sternen (bei Nacht).

1. Bald nach Untergang der Sonne erscheinen, wenn keine Wolken über uns schweben, die Sterne am Himmelsgewölbe als mehr oder weniger hell glänzende Punkte, hier mehr, dort weniger zusammengedrängt. Zuerst werden die am hellsten glänzenden, allmählig auch die in schwächerem Lichtglanz leuchtenden sichtbar. Endlich gewahrt das Auge eine unzählige Menge von Sternen. An einzelnen Stellen vereinigt sich ihr Glanz zu einem weißlichen Schimmer, und man gewahrt einzelne Gruppen und Gestalten. Jene löset das Fernrohr meist in lauter einzelne Sterne auf, es sind Sternhaufen. Den zusammenhängenden, ungefähr kreisförmig sich fortziehenden Sternenschimmer nennt man Milchstraße.

2. Gute Augen unterscheiden die Sterne nach ihrer scheinbaren Größe: Sterne erster, zweiter, dritter u. s. w. bis sechster oder gar zehnter Größe. Außerdem unterscheiden die Sternkundigen oder Astronomen die Sternbilder oder Gestirne von einander, d. h. sie vereinigen eine Anzahl Sterne, welche zusammenstehen, zu einer zusammengehörigen Gruppe, zu einer Figur, einem Bilde, und geben diesem einen Namen. So kennt fast Jedermann den großen und kleinen Wagen (Bären), den großen und kleinen Hund, den großen und kleinen Löwen, den Herkules, die Jungfrau, das herrliche Gestirn: Orion genannt u. s. w. Unter den (feststehenden) Sternen glänzt keiner schöner als Sirius im Sternbild des großen Hundes. (Stern verhält sich zu Sternbild wie Berg zu Gebirg.)

3. Da die Sterne nach dem Untergange der Sonne sichtbar werden, bei ihrem Aufgange verschwinden, so schließt man mit Recht, daß sie auch bei Tage glänzen, aber dann nur wegen des hellen Glanzes der Sonne nicht gesehen werden können. Diese Vermuthung wird bestätigt, wenn man aus einem tiefen Brunnen oder Schachte, in welchen das Sonnenlicht nicht eindringen kann, einen Theil des Himmels betrachtet. Man sieht dann mit bloßen Augen die etwa darüber stehenden hell glänzenden Sterne. Der Mond, der auch zu den Himmelskörpern gehört, erblaßt auch, sobald die Sonne, die mit Recht die Königin oder Herr-

scherin des Tages genannt wird, aufgeht. Doch sieht man zu gewissen Zeiten den blassen Mond noch bei Tage.

4. Es bedarf keiner großen Aufmerksamkeit, um wahrzunehmen, daß die Sterne, mit wenigen Ausnahmen, die Stellung, die sie gegenseitig einnehmen, fort und fort beibehalten. Diejenigen z. B., welche ein Dreieck, Viereck oder eine andere Figur bilden, werden immer in dieser Lage gesehen. Sie verändern also ihre gegenseitige Lage zu einander nicht. Man nennt sie darum Fixsterne.

Von einigen wenigen dagegen gilt dieses nicht. Beobachtet man sie nämlich eine Reihe von Tagen oder Monaten, so bemerkt man eine Aenderung ihrer Stellung zu den übrigen, namentlich zu denen, in deren Nähe sie stehen. Sie entfernen sich von diesen, nähern sich andern. Man nennt sie Planeten. Daß der Mond, der wegen seiner Größe eine Auszeichnung verdient, darum wohl vorzugsweise als Himmelskörper, nicht als Stern angesehen wird, sich gleichfalls und verhältnißmäßig sehr bedeutend bewegt, wissen schon die Kinder.

5. Zuweilen erscheinen auch seltsame Lichtwesen oder Lichtkörper am Himmel, die sich durch nebelhaften Schimmer, mehr rund oder länglich, auszeichnen, gewöhnlich aber bald wieder verschwinden, und, so lange sie sichtbar bleiben, stark bewegen. Man nennt sie Haar- oder Schweifsterne, Kometen.

Dies sind sämmtliche, bei Nacht erscheinende Himmelskörper: erstens der Mond, zweitens die Fixsterne, drittens die Planeten, viertens die Kometen. Es ist ein das Auge des Menschen unwillkürlich anziehendes, das Gemüth fesselndes und beruhigendes, im rechten Sinne des Wortes ein erhabenes Schauspiel. Die ältesten Bewohner der Erde haben in Freude bewundernd, sehnsuchtsvoll in Leid und Schmerz zu dem gestirnten Himmel aufgeblickt, und es ist wohl der Mühe werth, sich über die Natur und Eigenschaften dieser Körper näher aufzuklären, so weit es dem sterblichen Menschen vergönnt ist. Man richtet daher seine Aufmerksamkeit auf sie hin, um zu erfahren, was man mit eigenen Augen an ihnen wahrnehmen kann; nachher denkt man darüber nach, was sich aus den Beobachtungen schließen läßt; endlich vernimmt man gern, was die eigentlichen Sternkundigen, die Männer, welche sich wissenschaftlich mit dem großen Gegen-

stande beschäftigen, uns zu sagen haben. Ist auch nicht Alles von dem, was sie wissen, für uns verständlich, weil dieses Verständniß Kenntnisse und Einsichten voraussetzt, die uns fehlen, so eignen wir uns doch als denkende und nach Aufschluß über die Natur der Dinge begierige Wesen gern und dankbar das an, was wir fassen und begreifen können. Ein so großer Gegenstand kann nie ganz erschöpft werden. „In's Innerste der Natur", sagt ein weiser Mann, „dringt kein erschaffener Geist." Ueberall sind wir von unergründlichen Geheimnissen umgeben. Die Naturforscher haben aber doch von dem sichtbaren Himmel schon so viel erforscht, daß wir nicht Alles erlernen können, und daß wir den Geist des Menschen bewundern müssen. Betrachten wir zunächst, was jeder aufmerksame Mensch selbst am Himmel wahrzunehmen im Stande ist!

6. Wenn wir nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel unsern Blick gegen Osten richten, so bemerken wir, daß hier Sterne über den Horizont heraufkommen. Auch die Sterne gehen im Osten auf. Die aufgegangenen erheben sich mehr und mehr, erreichen im Meridian ihre größte Höhe, senken sich von da gegen Westen und gehen hier unter. Die Zeit, welche vom Aufgang eines Sternes bis zum Durchgang durch den Meridian verfließt, ist gleich der Zeit von seinem Durchgang durch den Meridian bis zum Untergang. In einem Kreisbogen bewegt er sich vom Aufgang bis zum Niedergang.

7. Manche Sterne gehen genau im Ostpunkte auf, im Westpunkte unter. Ihre sichtbare Bahn am Himmel ist der Bogen eines Halbkreises, sie laufen im Aequator, erreichen im Meridian eine Höhe von $37\frac{1}{2}^0$, und brauchen vom Augenblick des Auf- bis zum Augenblick des Niederganges eine Zeit von 12 Stunden.

8. Andere gehen nördlich, noch andere südlich vom Ostpunkte auf. Die Aufgangspunkte liegen zwischen dem Ost- und Nordpunkte, zwischen dem Ost- und Südpunkte; also überhaupt an der östlichen Hälfte des Horizontes. Der Untergang geschieht zwischen denselben Punkten, dem Nord- und Südpunkte, nur an der westlichen Hälfte des Horizontes.

9. Die Entfernung des Aufgangspunktes eines Sterns vom Ostpunkte ist genau gleich der Entfernung des Untergangspunktes

desselben Sternes vom Westpunkte. Jeder beschreibt einen mit dem Aequator parallellaufenden Bogen.

10. Die Bogen, welche diejenigen Sterne beschreiben, die nördlich vom Ostpunkte aufgehen, sind größer als ein Halbkreis, betragen mehr als 180°. Je weiter der Aufgangspunkt gegen Norden liegt, desto mehr nähert sich der Bogen an Größe einer ganzen Kreisperipherie. Wer ganz nahe dem Nordpunkte aufgeht, dessen sichtbarer Bogen ist beinahe gleich einer Kreisperipherie.

Die Bogen, welche diejenigen Sterne über dem Horizonte beschreiben, welche südlich vom Ostpunkte aufgehen, sind kleiner als ein Halbkreis, betragen weniger als 180°. Je weiter nach Süden der Aufgangspunkt eines Sternes liegt, desto kleiner ist der Bogen, den er am Himmel beschreibt. Ein Stern, der ganz nahe dem Südpunkt aufgeht, bleibt nur sehr kurze Zeit sichtbar, erhebt sich nur wenig über den Horizont, verschwindet alsbald wieder.

11. Ueber dem Nordpunkte erblicken wir eine Menge von Sternen, die gar nicht untergehen, folglich auch nicht aufgehen, weil sie immer über dem Horizont schweben. Wir sehen einen jeden von ihnen einen tiefsten und einen höchsten Standpunkt erreichen; beide liegen im Meridian. Alle Sterne culminiren im Meridian. Die Bahnen dieser nie untergehenden Sterne sind sichtbar vollkommene Kreise, welche auch parallel mit dem Aequator liegen, und in dem Maaße kleiner werden, als sie sich vom Aequator entfernen. Endlich erblicken wir in einer gewissen Höhe über dem Horizont, über dem Nordpunkt, einen Stern, der sich (für das bloße Auge) gar nicht zu bewegen scheint. Je näher einer der anderen Sterne demselben steht, desto kleiner ist der Kreis, den er um jenen unbeweglichen oder, genauer betrachtet, um einen Punkt, der sich ganz nahe bei demselben befindet, zu beschreiben scheint. Diesen Punkt nennt man den Nordpol des Himmels, den nahe demselben stehenden Stern zweiter Größe den nördlichen Polarstern. Alle Sterne bewegen sich scheinbar in Kreisen um den Nordpol des Himmels. Mit der Entfernung vom Nordpol nehmen diese Kreisbahnen an Größe zu, bis zum Aequator, welcher der größte dieser Kreise ist. Weiter südlich nehmen sie ab. Gleich weit vom Aequator entfernte Sterne beschreiben gleich große Kreisbahnen. Alle diese Kreisbahnen liegen

dem Aequator, folglich unter sich parallel. Alle Sterne, die immer über dem Horizont stehen, erreichen ihren tiefsten Stand in dem Theil des Meridians, welcher zwischen dem Nordpol des Himmels und dem Nordpunkt des Horizonts liegt, ihren höchsten in dem andern Theil des Meridians. Von dem tiefsten Standpunkte erheben sich die Sterne nach dem östlichen Theile des Himmels zu, von dem höchsten senken sie sich nach der westlichen Hälfte des Himmels.

12. Der Nordpol des Himmels ist vom Nordpunkt des Horizonts $52\frac{1}{2}^0$ entfernt. So viel beträgt der Bogen des Meridians zwischen diesen beiden Punkten. Der Nordpol des Himmels ist folglich $90^0 - 52\frac{1}{2}^0 = 37\frac{1}{2}^0$ vom Scheitelpunkt, und folglich $90^0 + 37\frac{1}{2}^0 = 127\frac{1}{2}^0$ vom Südpunkt des Horizonts entfernt. Die Zenithentfernung (Zenithdistanz) des Poles beträgt $37\frac{1}{2}^0$. Ein Stern, der gerade $37\frac{1}{2}^0$ vom Nordpol entfernt ist, erreicht folglich seine größte Höhe über dem Horizont im Zenith, er geht durch unseren Scheitelpunkt. Ein Stern, der gerade $52\frac{1}{2}^0$ vom Nordpol entfernt ist, erreicht seinen tiefsten Stand im Nordpunkt des Horizonts, er berührt denselben, erhebt sich aber gleich wieder, geht nicht unter. Alle diejenigen Sterne, welche zwischen dem Kreise, den der eben angedeutete Stern beschreibt, und dem Nordpole stehen, gehen gar nicht unter, und heißen Circumpolarsterne.

Da der Nordpol $37\frac{1}{2}^0$ vom Scheitelpunkt, der Aequator $52\frac{1}{2}^0$ vom Scheitelpunkt entfernt ist, so beträgt die Entfernung des Nordpols vom Aequator $37\frac{1}{2} + 52\frac{1}{2} = 90^0$.

13. Die Zeit, welche von dem Aufgange eines Sterns bis zum nächsten Aufgange verfließt, beträgt (im Allgemeinen) 24 Stunden. Eben so viel Zeit verfließt von dem Durchgange desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden Durchgange. Die Zeit, welche verfließt von dem Durchgange eines nicht untergehenden Sterns durch den tieferen Theil des Meridians bis zu seinem Durchgange durch den höheren Theil, beträgt 12 Stunden. Innerhalb 24 Stunden culminirt er also 2 Mal, jedes Mal nach Verlauf von 12 Stunden.

14. Wenn wir die eben angegebenen Zeiträume genauer beobachten, so finden wir, daß von dem Durchgange eines (aufgehenden) Sternes durch den Meridian bis zum abermaligen Durch-

gange in der nächsten Nacht weniger als 24 Stunden verfließen, nämlich 4 Minuten weniger. Jeder Stern braucht also zur Vollendung seiner Kreisbahn 24 Stunden weniger 4 Minuten = 23 Stunden 56 Minuten. (Wir begnügen uns hier, wie überall, mit runden Zahlen.)

15. Natürlich ist die Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Sterne sich, bei dem Umschwunge des Himmelsgewölbes von Osten gegen Westen, zu begegnen scheinen, nicht gleich. Die Kreisbahnen, die sie in 24 Stunden durchlaufen, sind ja an Größe verschieden. Diejenigen, welche in dem Ostpunkte aufgehen, also sich im Aequator des Himmels bewegen, beschreiben in derselben Zeit einen größeren Weg, als die übrigen, sie bewegen sich folglich schneller. Ein Körper, der in derselben Zeit den doppelten Weg zurücklegt, als ein andrer, hat die doppelte Geschwindigkeit. Bei gleichen Zeiten verhalten sich die Geschwindigkeiten zweier Körper wie ihre Wege. Die Sterne, welche dem Nordpol, der gar keine Bewegung hat, nahe stehen, bewegen sich sehr langsam. Die Geschwindigkeit nimmt mit ihrer Entfernung vom Nordpol bis zum Aequator zu. Südlich von demselben nimmt die Geschwindigkeit wieder ab. Zwei Sterne, die gleich weit, der eine nördlich, der andere südlich, vom Aequator abstehen, haben gleiche Geschwindigkeit. Sie legen in derselben Zeit gleich große Bahnen zurück.

1) Der Lehrer giebt dem Schüler einen Stab in die Hand und läßt ihn auf freiem Horizont und in der Schulstube, nachdem man sich in derselben orientirt hat, Alles zeigen, was er (der Lehrer) verlangt. Lehrer: Standpunkt und Horizont! Der Schüler zeigt u. s. w. Lehrer: Zenith — Scheitellinie — Meridian — Aequator — Wendekreis des Krebses — des Steinbocks — Nordpol — Polhöhe — Zenithentfernung des Pols — Polentfernung des Aequators — Zenithentfernung des Aequators — Aequatorhöhe — Höhe der Wendekreise — Zenithentfernung der Wendekreise — Polarentfernung derselben — tägliche Bewegung der Sterne — Raum, wo die nicht untergehenden Sterne stehen — Raum, wo die unter- und aufgehenden Sterne sich befinden — Sterne, welche die schnellste tägliche Bewegung haben — Sterne, welche eine sehr langsame Bewegung haben — Nordpunkt, Nordpol — Ostpunkt, Ostpol (Ostpol, Aufmerksamkeit!) — Westpunkt, Westpol (!) — Südpunkt, Südpol — u. s. w. *)

---

*) Einer der Herren Recensenten dieses Buches gesteht, nicht zu wissen, was obige Fragen nach dem Ost- und West-Pole sollen. Antwort:

2) Nachdem wir die bisherigen Beobachtungen angestellt und ihr Ergebniß in Worten ausgedrückt haben, suchen wir uns die Sache an einer Vorrichtung zu veranschaulichen. Wir wählen wieder unsern runden Tisch, befestigen über demselben verschiedene Reifen. Der eine, der vom Nordpunkt zum Südpunkt geht, stellt den Meridian vor, er erhebt sich senkrecht über der Tischebene. Ein zweiter geht durch den Ost- und Westpunkt, und erhebt sich $37\frac{1}{2}^\circ$ im Meridian; er stellt den Aequator vor. Im Meridian, $52\frac{1}{2}^\circ$ über dem Nordpunkt, befestigen wir einen glänzenden Nagel, der den Nordpol (oder auch, ohne bedeutenden Fehler, den nördlichen Polarstern, der nur $1\frac{1}{2}$ Grad vom wirklichen Nordpol entfernt ist) vorstellt. Eine gerade Linie, die wir von dem Mittelpunkt der Tischebene, der unsern Standpunkt darstellt, nach dem Nordpol ziehen könnten, würde mit der Mittagslinie einen Winkel von $52\frac{1}{2}^\circ$ machen, der durch den Meridianbogen zwischen dem Nordpol und dem Nordpunkt gemessen wird. Dieser Bogen oder der Winkel, den er mißt, heißt die Polhöhe. Sie ist für Berlin in runder Zahl $52\frac{1}{2}^\circ$.

Hierauf bewegen wir in verschiedenen Entfernungen vom Nordpol, von der Ostseite des Tisches aus, einzelne Punkte, kleine Kugeln z. B., über die Tischebene nach dem Meridian zu, parallel mit dem Aequator, um uns die tägliche Bewegung der Sterne zu veranschaulichen. Oder wir befestigen auch eine Anzahl von größeren und kleineren Reifen, parallel mit dem Aequatorreifen, je näher dem Pole, desto kleinere; je weiter vom Aequator südlich, auch desto kleinere. Derjenige, welcher nach allen Seiten $52\frac{1}{2}^\circ$ vom Nordpole entfernt ist, berührt mit seinem tiefsten Punkt den Nordpunkt der Tischebene; die zwischen ihm und dem Nordpole liegen, befinden sich ganz über der Tischfläche. Andere, welche weiter als $52\frac{1}{2}^\circ$ vom Nordpole entfernt sind, liegen mehr als zur Hälfte über der Tischebene. Von den südlich von dem Aequator anzubringenden erhebt sich weniger als die Hälfte über dieselbe. In einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^\circ$ nördlich und südlich vom Aequator können die Wendekreise angebracht werden. Zwischen dieselben fällt, wie bereits bekannt, die tägliche Bewegung der Sonne. Auch ist es unverfänglich, in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^\circ$ vom Nordpol einen Kreis anzubringen, auf denselben die Aufmerksamkeit zu lenken, und ihn nördlichen Polarkreis des Himmels zu nennen. Diese Vorrichtung giebt nun Veranlassung, alles unmittelbar Beobachtete zu versinnlichen, zu wiederholen und einzuprägen. Wo die Verhältnisse die wirkliche Beobachtung am Himmel nicht gestattet haben, begnügt man sich mit der Darstellung an dieser Vorrichtung mit Hinweisung auf den Himmel. Man muß nicht versäumen, dem Tische die rechte Rich-

---

die (oft so unaufmerksamen, oft falsch schließenden, darum durch unerwartete, meinetwegen dumme Fragen aufmerksam und gescheut zu machenden) Schüler prüfen und wecken. Nordpunkt, Nordpol — Südpunkt, Südpol, das geht. Ob auch nach dieser Analogie: Ostpunkt, Ostpol u. s. w. — darauf sollen obige dumme Fragen aufmerksam machen. Ich habe dabei noch jedes Mal gefunden, daß die Schüler wenigstens — stutzen, oder sich auch, wenn die Fragen rasch hinter einander folgen, zu falschen Antworten verleiten lassen.

tung zu geben, die Mittagslinie in die Richtung von Süden nach Norden zu stellen. Der Lehrer zeigt, fragt, läßt zeigen, fragen u. s. w. — Wer es bis dahin nicht wußte (wissen heißt mehr, als gehört haben), was für eine schöne Sache es ist, sich eine richtige Weltansicht zu erwerben, erfährt es hier und weiß es dann. „Man wird nur klug durch eigne Weisheit." — Hält man es für gut, auch den Südpol des Himmels zu bezeichnen, die Himmelsachse darzustellen, durch Reifen Kreise um den Südpol herum anzulegen, oder sogar schon die Lage der Ekliptik durch einen Reifen zwischen den Wendekreisen anzugeben, so wird nur ein sehr strenger Methodiker dieses tadeln. Wir halten es für zulässig, nicht geradezu für nachtheilig. Manche Verhältnisse mögen es sogar gebieten. Das wirkliche Beobachten findet leicht Hindernisse. Kann man nicht Alles, was die Methodik in ihrer Strenge verlangt, thun, so thut man doch das Mögliche. Mehr als dieses verlangt kein billiger Mann.

3) Nachdem dieses Alles geschehen, wird von den Schülern und dem Lehrer eine Zeichnung auf einer Tafelfläche entworfen, welche das Wesentlichste darstellt. Die Schüler mögen es zuerst für sich versuchen! —

Z. B. Fig. 4. HC stelle den mittleren Durchschnitt des Horizontes, die Mittagslinie, vor, C den Nord-, H den Südpunkt; HZC den Meridian, E unsern Standpunkt, N den Nordpol, Z das Zenith, EN eine gerade Linie vom Standpunkt nach dem Nordpole, PK den nördlichen Polarkreis, ZD, BC, AE, FG, LI Hälften der Bogen, in welchen Sterne laufen, AE die Hälfte der über dem Horizont liegenden Hälfte des Aequators vor.

Nun ist Bogen $CN = 52\frac{1}{2}°$, $NEC = 52\frac{1}{2}°$, NK und $NP = 23\frac{1}{2}°$, $NZ = 37\frac{1}{2}°$, ZH und $ZC = 90°$, $NA = 90°$, $ZA = 52\frac{1}{2}°$, $AH = 37\frac{1}{2}°$. Stellen MS und QR die Wendekreise vor, so ist AM und $AQ = 23\frac{1}{2}°$, $ZM = ZA - AM = 52\frac{1}{2}° - 23\frac{1}{2}° = 29°$, $ZQ = ZA + AQ = 52\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 76°$ u. s. w. Da $NC = 52\frac{1}{2}°$ und auch $ZA = 52\frac{1}{2}°$, so ergiebt sich, daß die Polhöhe gleich ist der Entfernung des Aequators vom Zenith. Da $ZN = 37\frac{1}{2}°$ und auch $AH = 37\frac{1}{2}°$, so folgt, daß die Zenithentfernung des Pols der Aequatorhöhe gleich ist. Diese Sätze fixire man, präge überhaupt Alles fest ein, gehe aber von der Zeichnung zu jener Vorrichtung und zu dem Himmel zurück, damit der Schüler sich die Sache nicht nur an der Tafel und im Zimmer, sondern am Himmel vorstelle.

Anmerk. Der Gebrauch künstlicher, d. h. von einem Mechanikus verfertigter Modelle ist Anfangs sorgfältig zu verschmähen. Sie verwirren, statt zu verdeutlichen. Natürliche, d. h. selbst verfertigte, vor den Augen der Schüler entstandene und mit ihrer Berathung construirte Vorrichtungen sind zweckmäßig; nur muß die wirkliche Anschauung des Himmels und der an ihm vorkommenden Bewegungen, wenigstens deren Vorstellung (durch productive Einbildungskraft) vorhergegangen sein. Nur dann ist die Vorstellung eine wahre, lebendige. Die künstlichen Vorrichtungen liefern hierauf dem Schüler eine Probe der Richtigkeit seiner Vorstellungen. Zeichnungen in einer Ebene (auf der Fläche einer Tafel) dienen ebenfalls dazu.

3. Beobachtungen am Monde.

1. Selbst kleine Kinder kennen schon den stillen, freundlichen Mond. Wir kennen ihn besser als die Sonne. Er blendet das Auge nicht mit seinem sanften Licht, er läßt sich mit unbewaffnetem Auge beobachten. Jedermann weiß daher, daß er bald des Nachts am Himmel gesehen wird, bald nicht, daß man ihn bald in Sichelgestalt, bald als erstes oder letztes Viertel, bald als Vollmond erblickt. Zuweilen sieht man ihn auch des Morgens nach Sonnenaufgang erblaßt am Himmel stehen. Manche wollen im Vollmond nicht nur hellere und dunklere Stellen, sondern ein Gesicht wahrnehmen. (?)

2. Es gehört nur geringe Aufmerksamkeit dazu, um zu wissen, daß er in Sichelgestalt Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel erscheint. Reisende, welche vor Sonnenaufgang ausziehen, oder fleißige Leute, die sich im Sommer nach 3 Uhr, im Winter gegen 6 Uhr an die Arbeit machen, wissen auch, daß er manchmal vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel als Sichel erscheint. Nur hat die Sichel dann die umgekehrte Gestalt, wie dann auch das sogenannte erste Viertel auf andrer Seite gesehen wird als das letzte.*) Ferner weiß fast Jedermann, daß er als Vollmond die Freundlichkeit hat, die ganze Nacht zu scheinen (N.B. wenn die Wolken es erlauben), Abends im Osten aufzugehen, Mitternachts im Meridian gegen Süden zu stehen, Morgens im Westen zu verschwinden.

3. Weniger schon möchte es Manchem zum Bewußtsein gekommen sein, daß er das eine Mal als Vollmond eine viel bedeutendere Höhe erreicht als ein anderes Mal. Leichter bemerkt man, daß er in verschiednen Jahreszeiten als Vollmond an verschiednen Stellen des Horizontes aufgeht.

4. Was die Zeit seiner Erscheinung betrifft, so ist leicht zu bemerken, daß er, wenn er als allbekannte Sichel am westlichen

---

*) Anfänger wissen oft nicht, ob der Mond im ersten oder im letzten Viertel steht, ob sein Licht zu- oder abnimmt. Denen kommt man dadurch zu Hülfe, daß man ihnen, was sich leicht behält, sagt: Wenn die Lichtfläche des Mondes dem oberen Theile eines Z gleicht, so ist das Licht im Zunehmen (erstes Viertel); gleicht sie dem Buchstaben *a*, so ist das Licht im Abnehmen (Z = Zunehmen, *a* = Abnehmen).

Himmel erscheint, sobald die Sonne untergegangen ist, nicht erst aufzugehen braucht, sondern schon aufgegangen ist. Als Vollmond erscheint er immer zuerst am östlichen Himmel, wie er denn, gleich der Sonne und den Gestirnen, nur am östlichen Himmel auf-, am westlichen Himmel unterzugehen pflegt. Ist der Vollmond vorüber, so geht er alle Tage später auf, um 7, um 8, um 9 Uhr Abends und später. Ueberhaupt geht er an jedem folgenden Tage später auf und unter, als an dem vorhergehenden Tage.

5. Fügen wir noch bei, wie es allgemein bekannt ist, daß die Monderscheinungen: erstes Viertel, Vollmond, letztes Viertel, alle Monate wiederzukehren pflegen: so haben wir in dem Bisherigen wohl im Ganzen die Summa dessen angegeben, was die Mehrzahl der Menschen vom Monde weiß.

Zu einer genaueren Kenntniß, weniger seines Wesens und seiner Eigenschaften als seiner Erscheinungen, ist es daher erforderlich, daß wir ihn sorgfältiger, mit bestimmter Absicht, beobachten. Wo wollen wir anfangen? Mit der Sichel, dem Vollmonde, oder dem letzten Viertel? Das Mittlere, denken wir, wird das Beste sein: mit dem Vollen, Ganzen, woraus besondere, leicht erkennbare Vortheile entspringen.

---

6. Es sei um die Zeit des Frühlingsäquinoctiums, um das Osterfest herum, das, wie unsre Leser wohl schon gehört haben, nach dem Vollmonde im Frühling berechnet und festgestellt wird! Die Sonne pflegt um diese Zeit im Ostpunkt oder demselben nahe auf-, im Westpunkte oder in dessen Nähe unterzugehen, jenes um 6 Uhr Morgens, dieses um 6 Uhr Abends, der Tag wie die Nacht dauert 12 Stunden. So wie die Sonne untergegangen ist, bemerken wir den Mond mit seiner vollen, runden Scheibe, den Vollmond am östlichen Himmel. Er geht gleichfalls im Ostpunkte oder in der Nähe desselben auf. Von Stunde zu Stunde erhebt er sich, er geht oder läuft, wie man zu sagen pflegt, ungefähr *) in der Richtung, die wir als die Lage des Aequators kennen gelernt haben. Um Mitternacht culminirt er unge-

*) Die spätere Betrachtung wird obiges Ungefähr berichtigen.

fähr in einer Höhe von $37\frac{1}{2}^0$, dann senkt er sich allmählig gegen Westen zu und geht ungefähr im Westpunkte, Morgens gegen 6 Uhr, wenn die Sonne am östlichen Himmel erscheint, unter. Wenn Vollmond ist, so scheint er die ganze Nacht.

7. Am folgenden Tage geht er ungefähr eine Stunde (genauer 50 Minuten) später auf, auch schon, wenn wir uns den Ort seines Aufganges am vorigen Abend an einem Baume oder Hause gemerkt haben, nicht mehr an demselben Orte, sondern etwas südlich vom Ostpunkte. Im Meridiane erreicht er nicht mehr ganz die Höhe des vorigen Tages, beim Sonnenaufgang sehen wir ihn am westlichen Himmel, aber noch nicht untergegangen, er geht auch 50 Minuten später unter als am vorhergehenden Abend, und zwar etwas südlich vom Westpunkte. Der Bogen, den er am Himmel beschrieben hat, liegt seinem Laufe am vorhergehenden Tage parallel.

8. Am 2ten Tage nach dem Tage des Vollmondes geht er noch später auf, und zwar jeden Tag 50 Minuten später als am vorhergehenden, desgleichen immer südlicher, seine Höhe im Meridian nimmt täglich ab, doch bleiben die Bogen einander parallel; so weit südlich sein Aufgangspunkt vom Ostpunkte lag, so weit liegt sein Untergangspunkt südlich vom Westpunkte. Doch kann Letzteres nicht gut mehr beobachtet werden, weil der Untergang in die Morgenstunden fällt; um 7, 8, 9 Uhr u. s. w. Morgens sieht man ihn in blasser Gestalt am westlichen Himmel sich dem Untergang nähern, den er wegen des hellen Sonnenscheins in der Regel ungesehen vollzieht.

9. Zugleich nehmen wir vom Tage des Vollmondes an eine Lichtabnahme wahr. Die runde, volle Scheibe verliert sich mehr und mehr, zuerst, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, auf der Seite, die dem Beobachter zur rechten Hand liegt, auf der rechten Seite. Etwa 7 Tage nach dem Vollmonde sieht man nur noch die linke Hälfte der Scheibe glänzen (beleuchtet). Diese Lichtgestalt wird das letzte Viertel genannt. (Letztes Viertel aus Gründen, die später klar werden, wenn sie dem Leser nicht schon bekannt sind. Eigentlich sollte es letzte Hälfte der uns zugewandten Seite heißen.) Dann geht er um Mitternacht auf, bewegt sich von 12 Uhr Nachts bis nach 6 Uhr früh, wenn die Sonne aufgeht, am östlichen Himmel bis zum Meridian, er-

blaßt nun und geht Mittags 12 Uhr unter. Die Auf- und Untergangspunkte liegen nun bedeutend südlich vom Ost- und Westpunkt. Jener ungefähr da, wo die Sonne am 21. December auf-, dieser, wo sie an demselben Tage untergeht. Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche geht der Vollmond durch die Bahn des Aequators, das letzte Viertel durch den Wendekreis des Steinbocks.

10. Der Aufgang des Mondes erfolgt nun, wie bisher, alle Tage 50 Minuten später als am vorhergehenden Tage, der Untergang 12 Stunden nachher, der Auf- und Untergangspunkt nähert sich dem Ost- und Westpunkt, das letzte Viertel nimmt immer mehr ab, endlich etwa 7 Tage nach dem Tage des letzten Viertels, 14 Tage nach der Zeit des Vollmondes, erscheint der Mond am östlichen Himmel als dünne Sichel nur kurz vor dem Sonnenaufgang, bis er endlich ganz in den Sonnenstrahlen verschwindet und gar nicht mehr gesehen wird. Man muß schließen, daß er nun mit der Sonne auf- und untergeht. Diese Zeit nennt man die Zeit des Neumonds. Vom Vollmond bis zum Neumond haben wir abnehmendes Licht.

11. Wenige Tage nach dem Neumond erblicken wir den verschwundenen gleich nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel in Sichelgestalt. Die Sichel liegt auf der rechten Seite. Sie geht bald nach der Sonne unter. Von Tag zu Tag erscheint der Mond mit wachsendem Licht bei Sonnenuntergang höher am Himmel, bis wir ihn etwa 7 Tage nach dem Neumond bei Sonnenuntergang im Meridian halb erleuchtet als erstes Viertel erblicken. Nun scheint er von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht.

12. An jedem folgenden Abend wird er bei Sonnenuntergang mehr am östlichen Himmel gesehen, mit stets zunehmender Lichtgestalt. Etwa 7 Tage nach dem ersten Viertel, also ungefähr 29 Tage nach dem ersten Vollmond, sehen wir ihn wieder als Vollmond am Himmel erscheinen, wiederum bei Sonnenuntergang. Dieselben Erscheinungen zeigen sich nun im Allgemeinen wieder: a) Vollmond, abnehmende Lichtgestalt (Lichtphase), letztes Viertel, Sichelgestalt zur Linken, Neumond, Sichelgestalt zur Rechten, zunehmendes Licht, erstes Viertel, Vollmond; b) Aufgang des Vollmondes bei Sonnenuntergang, Mondschein die ganze

Nacht hindurch, Untergang desselben bei Sonnenaufgang; c) Aufgang des letzten Viertels um Mitternacht, Mondschein bis zum Sonnenaufgang am östlichen Theil des Himmels, Erblassen des letzten Viertels bei Sonnenaufgang im Meridian; d) Aufgang des Mondes zur Zeit des Neumondes mit der Sonne in der Gegend der Sonne, kein Mondschein bei Nacht; e) Erscheinung des ersten Viertels bei Sonnenuntergang im Meridian, Mondschein am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis 12 Uhr Mitternachts; f) Zeitraum von einem Vollmonde bis zum nächsten Vollmonde 29 Tage, ein Monat; eben so viel Tage verfließen vom ersten Viertel bis wieder zum ersten Viertel u. s. w.

13. Wiederholen wir unsre Beobachtungen zur Zeit der Sommer-Sonnenwende, der Herbst-Tag- und Nachtgleiche, der Winter-Sonnenwende, so zeigen sich zwar dieselben Veränderungen der Lichtgestalten und die übrigen Erscheinungen im Ganzen so, wie zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, nur in Betreff der Orte des Auf- und Unterganges des Mondes und der Höhe, die er im Meridian erreicht, zum Theil wesentliche Verschiedenheiten.

Wir stellen die Erscheinungen gleich zusammen!

Der Vollmond geht auf und unter:

a) zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen: im Ost- und Westpunkte des Horizontes, und er läuft dann durch den Aequator;

b) zur Zeit der Sommer-Sonnenwende südlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Steinbocks;

c) zur Zeit der Winter-Sonnenwende nördlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Krebses.

Wenn also die Sonne sich durch den Aequator bewegt, so haben wir auch Vollmond im Aequator; wenn die Sonne am höchsten steht, so steht der Vollmond am tiefsten, und umgekehrt. Jenes ist im Sommer, dieses im Winter der Fall. Welche große Weisheit darin liegt, daß der Vollmond zur Zeit unsers Winters, wenn die Nächte lang sind, die größte Höhe erreicht, wird in der Folge klar werden. Der sinnige Leser merkt, um mit Hebel zu reden, vielleicht schon etwas.

14. Wir könnten nun noch von der Stellung des ersten und letzten Viertels und des Neumondes in den vier Hauptzeitpunkten des astronomischen Jahres, 21. März, 21. Juni, 23. September,

21. December, reden; aber dem geneigten Leser bleibe dieses überlassen. Wir wollen die Sache beispielweise umkehren und fragen: Welchen Lauf nimmt der Mond in seinen verschiedenen Lichtgestalten an einem dieser Tage:

a) am 21. März: Der Neumond ereignet sich im Aequator, Mond und Sonne stehen je im Neumond immer beisammen; das erste Viertel erscheint im Wendekreis des Krebses; der Vollmond im Aequator, das letzte Viertel im Wendekreis des Steinbocks;

b) am 21. Juni: Der Neumond im Wendekreis des Krebses, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Steinbocks, das letzte Viertel im Aequator;

c) am 23. September: Der Neumond im Aequator, das erste Viertel im Wendekreis des Steinbocks, der Vollmond im Aequator, das letzte Viertel im Wendekreis des Krebses;

d) am 21. December: Der Neumond im Wendekreis des Steinbocks, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Krebses, das letzte Viertel im Aequator.

Wir ersehen daraus, daß jede dieser 4 Lichterscheinungen sich nach einander in den 4 Jahreszeiten ereignet: im Aequator, im Wendekreis des Krebses, wieder im Aequator, endlich im Wendekreis des Steinbocks, hierauf wieder im Aequator, gerade wie die Sonne. Der Mond geht also alle 24 Stunden 50 Minuten auf und unter, und er bewegt sich zwischen den Wendekreisen *) auf beiden Seiten des Aequators hin und her.

15. Richten wir nun zuletzt unsre Aufmerksamkeit auf die Sterne, bei welchen der Mond zu stehen scheint, um zu erfahren, ob er bei denselben bleibt oder sie verläßt, so wollen wir wieder zur Zeit des Vollmondes anfangen!

---

*) Eine genauere Beobachtung zeigt, daß er sich 5 Grad mehr als $23\frac{1}{2}^{0}$ vom Aequator nord- und südwärts entfernt. Auf solche Genauigkeiten kommt es aber hier noch nicht an. Eben so ungenau ist es, wenn es heißt, daß der Mond alle 24 Stunden 50 Minuten später aufgeht. So viel Zeit verfließt von einem Durchgang desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden. Es kann sich ereignen, daß der Mond morgen nur 10 Minuten später aufgeht als heute, aber auch $\frac{7}{4}$ Stunden; ja es giebt Orte auf der Erde, welchen er zuweilen am folgenden Tag früher aufgeht als am vorhergehenden. Doch das gehört nicht weiter hieher. Also Vorsichtigkeit im Schließen!

Zwischen dem Durchgang eines aufgehenden Sterns durch den Meridian bis zum nächsten Durchgang verfließen, wie wir gesehen haben, 23 Stunden 56 Minuten, die Sonne braucht 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten. Wenn ein im Aequator stehender Stern jetzt aufgeht, so geht er nach 23 Stunden 56 Minuten wieder auf, der Mond aber geht, wenn er im Aequator steht, erst nach 24 Stunden 50 Minuten wieder auf. Daraus folgt schon, daß er morgen nicht mehr bei denselben Sternen stehen kann, bei welchen er heute stand, und mit denen er heute zugleich aufging. So zeigt es auch die Beobachtung schon in zwei auf einander folgenden Nächten; noch deutlicher, wenn die Beobachtung fortgesetzt wird. Er entfernt sich von dem Sternbild, in dem er heute steht, gegen Osten zu, fort und fort, bis er nach etwa 27 Tagen wieder in demselben Sternbilde gesehen wird.

16. Die Sternbilder, die er auf solche Weise von Westen gegen Osten binnen 27 Tagen durchschreitet und sie theilweise, so weit seine Scheibe reicht, bedeckt (folglich sind die Sterne weiter von uns entfernt als der Mond), bilden einen großen Gürtel am Himmelsgewölbe, einen größten Kreis, der an zweien Stellen den Aequator durchschneidet, so daß die eine Hälfte dieses Gürtels nord-, die andre südwärts vom Aequator liegt. Die Astronomen haben diesen Gürtel in 12 gleiche Theile getheilt, jeden Theil ein Zeichen genannt. In jedem steht ein Sternbild. Diese 12 Zeichen und Sternbilder (daß diese sich nicht decken, gehört noch nicht hieher) heißen: Widder, Stier, Zwillinge — Krebs, Löwe, Jungfrau — Wage, Skorpion, Schütze — Steinbock, Wassermann und Fische. Da jeder Kreis in 360° eingetheilt wird, so kommen 30° auf jedes dieser Sternbilder und Zeichen. Man nennt sie zusammen auch den Thierkreis (Zodiacus). Der Mond nun durchschreitet denselben in der angegebenen Ordnung der Zeichen: Widder, Stier u. s. w. bis Fische, aus welchem er wieder in das Zeichen des Widders tritt. Die 6 zuerst genannten Zeichen liegen nördlich, die 6 andern südlich vom Aequator, jene heißen daher auch die nördlichen, diese die südlichen Zeichen. Der Anfangspunkt des ersten Grades des Widders und der Anfangspunkt des ersten Grades der Wage liegen im Aequator. Ebenso liegen die Endpunkte der letzten Grade der Jungfrau und der Fische im Aequator.

17. Der

17. Der Mond beschreibt also binnen 27 Tagen einen Kreis am Himmel um die Erde herum. Dieser Kreis schneidet den Aequator des Himmels unter einem Winkel von ungefähr $23\frac{1}{2}^0$. Der Endpunkt des Zeichens der Zwillinge, welcher der Anfangspunkt des Zeichens des Krebses ist, liegt in Graden des Thierkreises 90^0 vom Aequator entfernt, aber in Graden des Meridians gemessen $23\frac{1}{2}^0$. Ebenso ist der Endpunkt des Zeichens des Schützen, welcher zugleich der Anfangspunkt des Zeichens des Steinbocks ist, in Graden des Meridians $23\frac{1}{2}^0$ vom Aequator entfernt. Mondbahn (oder, wie wir sie hier schon nennen können, Ekliptik) und Aequator sind also 2 große Kreise, die sich unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ durchschneiden, so daß die Durchschnittspunkte 180^0 von einander entfernt liegen, und jeder dieser Kreise auf beiden Seiten des andern liegt. *)

18. Der südlichste oder tiefste Punkt, vom Aequator aus gerechnet, welchen der Mond auf seiner Bahn erreicht, ist der Anfangspunkt des Zeichens des Steinbocks, der nördlichste oder höchste der Anfangspunkt des Krebses. Durch diese Punkte werden die Wendekreise parallel mit dem Aequator gelegt. Der Mond erreicht also bei jedem Umlauf in einem Monat den Wendecirkel des Steinbocks, erhebt sich von da gegen den Aequator zu, durch-

---

*) Die Beibehaltung obiger ungenauen (wenn man es scharf nimmt, sogar falschen) Darstellung muß ich durch einige Worte vertheidigen. Es ist wahr: Die Mondbahn schneidet die Sonnenbahn nicht unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^0$; die scheinbare Sonnen-, nicht die Mondbahn, heißt Ekliptik, dieses Wort bedarf der Erklärung, die aber hier noch nicht gegeben werden kann, und es ist sogar eine historische Unrichtigkeit, die Ekliptik von der Mondbahn abzuleiten.

Aber auf der Stufe, auf welcher hier noch die Schüler stehen, müssen sie sich mit dem Ungefähren begnügen. Was hier gelehrt wird, ist so richtig, als sie es hier fassen können, und wie es zum guten Fortschreiten genügt. Das Genauere liefert der spätere Unterricht. Die genauesten Bestimmungen sind überhaupt nur für den Astronomen. Die Wissenschaft selbst hat den Fortschritt von dem weniger Bestimmten zu dem Bestimmteren gemacht. Und da ich der Meinung bin, daß die Schüler zu wirklichen Beobachtungen des Laufes des Mondes durch die Sternbilder hindurch angeleitet werden und letztre durch Selbstanschauung kennen lernen sollen, so halte ich es für besser, dieselben ihnen durch den Mondlauf vorzuführen, da es direct durch die Sonne nicht geschehen kann. Wer mit diesen Meinungen nicht übereinstimmt, ändre nach seiner Ansicht das Verfahren ab!

schneidet denselben nach etwa 7 Tagen, erhebt sich über denselben bis zum Zeichen des Krebses, berührt hier den Wendecirkel des Krebses, senkt sich nun dem Aequator wieder zu, durchschneidet denselben abermals, geht auf die Südseite desselben, sinkt immer tiefer, bis er nach Verlauf von 27 bis 28 Tagen abermals den Wendecirkel des Steinbocks erreicht, um sein Steigen nach dem Aequator wieder zu beginnen. Während dieser 27 Tage ist er 26 bis 27 mal im Osten des Horizontes auf-, im Westen desselben untergegangen. Er scheint also eine doppelte Bewegung zu haben, eine tägliche und eine monatliche. Jene von Osten nach Westen, diese von Westen nach Osten. Die erstere theilt er mit der Sonne und den Sternen, die andere ist ihm eigenthümlich.

4. Nochmals Beobachtungen und Bemerkungen an der Sonne.

1. Wir haben gesehen, daß der Mond zur Zeit des Vollmonds der Sonne gerade gegenüber steht, 180° von ihr entfernt, und daß er zur Zeit des Neumonds mit ihr in demselben Sternbilde zusammentrifft.

Merken wir uns das Sternbild, in welchem der Vollmond zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche steht, und beobachten wir den Stand des nächsten Vollmonds, so finden wir, daß derselbe im nächstfolgenden Sternbilde stattfindet, und so fort durch alle Sternbilder hindurch: Wage, Skorpion, Schütze u. s. w. Da nun der jedesmalige Neumond sich 6 Sternbilder davon ereignet, und der Mond zur Zeit des Neumondes bei der Sonne steht, so folgt daraus, daß nicht bloß der Mond, sondern auch die Sonne aus einem Sternbild in's andre rückt. Wenn heute im Widder Neumond eintritt, so findet der nächste Neumond im Stier statt. Während der Mond also alle 12 Sternbilder des Thierkreises durchschritten hat, ist die Sonne ein Sternbild weiter gerückt, und in diesem kommen Mond und Sonne scheinbar wieder zusammen. Die Bahn, welche der Mond in jedem Monat einmal durchschreitet, vollendet die Sonne während eines Jahres. Die Sonne bewegt sich also auch durch den Thierkreis, und zwar von Westen gegen Osten, in derselben Ordnung der Zeichen und Sternbilder, und die Ekliptik, der mitten durch den 20

Grad breiten Thierkreisgürtel gezogene Kreis, ist auch (und eigentlich) die scheinbare jährliche Sonnenbahn.

2. Am 21. März steht die Sonne im Aequator, und sie tritt an diesem Tage in das Zeichen des Widders, entfernt sich nördlich vom Aequator, durchschreitet während des Frühlings die Zeichen Widder, Stier, Zwillinge (die Frühlingszeichen), erreicht am 21. Juni, dem Tage des Sommeranfangs, eine Entfernung von $23\frac{1}{2}^0$ (in Graden des Meridians) vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Krebses berührt und in das Zeichen des Krebses tritt, bewegt sich nun während des Sommers durch die drei Zeichen Krebs, Löwe und Jungfrau (die Sommerzeichen) absteigend dem Aequator wieder zu, erreicht denselben und zugleich den ersten Punkt der Wage am 23. September, geht unter denselben hinab, während des Herbstes durch die drei Zeichen Wage, Skorpion und Schütze (die Herbstzeichen), erreicht am 21. December ihren tiefsten Standpunkt, $23\frac{1}{2}^0$ südlich vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Steinbocks berührt und in das Zeichen des Steinbocks tritt, den sie nebst Wassermann und Fischen (den Winterzeichen) in den drei Wintermonaten durchschreitet, bis sie am 21. März wieder im Aequator im Anfangspunkt des Widders erscheint, um den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Der erste Punkt des Zeichens des Widders heißt der Punkt der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche (der Frühlings-Aequinoctialpunkt), der erste Punkt des Zeichens der Wage der Punkt der Herbst-Tag- und Nachtgleiche; beide liegen im Aequator. Der erste Punkt des Zeichens des Krebses heißt der Punkt der Sommer-Sonnenwende (der Sommer-Solstitialpunkt), der erste Punkt des Zeichens des Steinbocks der Punkt der Winter-Sonnenwende (der Winter-Solstitialpunkt). Jeder der beiden Solstitialpunkte liegt in Graden des Meridians $23\frac{1}{2}^0$ vom Aequator entfernt; ihre Entfernung von einander beträgt also in Graden des Meridians 2mal $23\frac{1}{2} = 47^0$.

5. Beobachtungen an Sonne, Mond und Sternen. (Zusammenfassung.)

1. Wir wissen nun Folgendes: Alle Himmelskörper: Sonne, Mond und Sterne, haben eine gemeinschaftliche tägliche Bewegung

um die Erde herum, von Osten gegen Westen. Jeder sichtbare Himmelskörper beschreibt entweder einen ganzen Kreis, oder einen Theil eines Kreises über dem Horizont, welche sämmtlich mit dem durch den Ost- und Westpunkt gehenden, $37\frac{1}{2}^0$ über den Horizont sich erhebenden, größten aller dieser Kreise (dem Aequator) parallel laufen.

An dieser allgemeinen Bewegung nehmen alle ohne Ausnahme Theil, und im Durchschnitt legt jeder Körper seinen Weg, der am sichersten vom Meridian bis wieder zum Meridian bestimmt wird, in 24 Stunden oder einem Tage zurück. Natürlich ist aber die scheinbare Geschwindigkeit, da ihre Bahnen sehr verschieden sind, sehr ungleich. Je weiter vom Aequator entfernt, desto langsamer bis zum Nordpole, welcher ruht.

2. Die Fixsterne haben nur diese tägliche Bewegung. Nicht so Sonne und Mond. Während ein Fixstern täglich seine Bahn in 23 Stunden 56 Minuten vollendet, braucht die Sonne 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten dazu. Sonne und Mond bleiben also zurück, oder sie haben eine der täglichen Bewegung, die von Osten gen Westen geht, entgegengesetzte, von Westen gegen Osten, und zwar hat der Mond eine schnellere als die Sonne. Er durchschreitet den Thierkreis mehr als 12mal, während ihn die Sonne 1mal durchwandert, d. h. die Geschwindigkeit der Sonne verhält sich zu der des Mondes $= 1 : 12\frac{1}{2}$, die scheinbare Bewegung des Mondes ist $12\frac{1}{2}$mal so schnell als die der Sonne. Während die Sonne ein Zeichen des Thierkreises durchwandert hat, schreitet der Mond durch alle 12 hindurch, und noch durch einen Theil des folgenden. Beides geschieht im Durchschnitt in 30 Tagen. Und während die Sonne alle 12 Zeichen durchwandert, macht der Mond seinen Umlauf mehr als 12mal. Beides während eines Jahres. Jedes Jahr haben wir also 12mal Vollmond, 12mal Neumond und noch etwas darüber.

Wir wissen schon, daß die Abwechselung der Lichtgestalten des Mondes von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Ihr gerade gegenüber, oder 6 Zeichen $= 180^0$ von ihr entfernt, ist Vollmond; mit ihr zusammentreffend, ist Neumond; 3 Zeichen $= 90^0$ von ihr entfernt, ist erstes und letztes Viertel.

3. Merken wir auf die Zeit, welche verfließt von dem Stande

des Mondes bei einem Fixsterne bis wieder zu demselben Standpunkte, nachdem er durch den ganzen Thierkreis gewandert ist, so finden wir, daß es 27 Tage 8 Stunden (genauer 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten) sind. Diese Zeit nennt man einen siderischen Monat (Sidus, das Gestirn). In derselben macht er wirklich einen vollen Umlauf. Weil während dieser Zeit die Sonne nicht still gestanden, sondern beinahe ein ganzes Zeichen zurückgelegt hat, so erscheint der Mond noch nicht wieder genau in derselben Lichtgestalt; denn wir haben gesehen, daß diese von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Erschien der Mond z. B. vor 27 Tagen 8 Stunden als letztes Viertel, und war 90° von der Sonne entfernt, so muß er nun noch einige Tage laufen, ehe er wieder dieselbe Stellung zur Sonne hat, und als letztes Viertel erscheint. Von einer Lichtphase des Mondes bis zu derselben Lichtphase, vom letzten Viertel bis wieder zum letzten Viertel, vom Neumond bis zum nächsten Neumond u. s. w. verfließen also mehr als 27 Tage 8 Stunden, und zwar 29 Tage 12 Stunden, also 2 Tage 4 Stunden mehr. Diese 29 Tage 12 Stunden (genauer 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten) nennt man den synodischen Monat.

Da der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen seinen siderischen Umlauf vollendet, so verweilt er etwas länger als 2 Tage in einem Zeichen, und er legt in 24 Stunden etwa $\frac{360^0}{27\frac{1}{3}} = 13^0$, die Sonne aber in dieser Zeit etwa $\frac{360^0}{365} = 1^0$ ungefähr zurück.

4. Sonne und Mond verweilen immer in demselben Gürtel oder derselben Zone des Himmelsgewölbes, innerhalb derselben 12 Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, den man (aus Gründen, die später erkannt werden) in Bogen des Meridians 20° breit annimmt. Legt man mitten hindurch einen Kreis, der also von den Rändern des Gürtels überall 10° entfernt ist, so hat man die Bahn, welche der Mittelpunkt der Sonne beschreibt, die sogenannte Ekliptik, die mit dem Aequator den bekannten Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ macht. Des Mondes Bahn liegt auch in dem Thierkreis. Fällt sie genau in die Sonnenbahn, in die Ekliptik, mit ihr zusammen? Die Antwort auf diese Frage erhellet aus dieser kurzen Betrachtung:

Wenn sich zwei Körper, zwei Scheiben (Sonne und Mond erscheinen als Scheiben), mit ihren Mittelpunkten auf derselben Kreislinie bewegen, und die eine schneller ist als die andre, so müssen sie entweder zusammenstoßen oder eine muß die andre (scheinbar) bedecken, und zwar so oft, als die schnellere an der langsameren vorbeigeht. Das Erste müßte der Fall sein, wenn sie von dem Beobachter gleiche, das Zweite, wenn sie ungleiche Entfernung haben, und zwar so, daß die nähere (schnellere) vor der entfernteren vorbeigeht oder sie scheinbar bedeckt. Jenes ist bei Sonne und Mond niemals der Fall; dieses aber ereignet sich wirklich zuweilen, und zwar geht der Mond vor der Sonnenscheibe her, bedeckt sie, wenn auch nur zum Theil, macht eine sogenannte Sonnenfinsterniß. Lägen Mond- und Sonnenbahn in derselben Ebene, so müßte sich, da der Neumond in jedem Monat bei der Sonne vorbeigeht, auch in jedem Monat, genau zur Zeit des Neumondes, eine Sonnenfinsterniß ereignen. Da dieses nicht der Fall ist, aber doch zuweilen, und wir schon wissen, daß der Mond sich niemals aus dem 20° breiten Thierkreise entfernt, so folgt, daß seine Bahn zwar nicht genau mit der Ekliptik zusammenfällt, aber doch nur einen kleinen Winkel mit ihr macht. Dieser Winkel beträgt 5 Grad. Nur so viel kann sich der Mond von der Ekliptik entfernen.

Natürlich liegt die eine Hälfte der Mondbahn nördlich, die andre Hälfte südlich von der Ekliptik, und beide schneiden einander in 2 Punkten, Knoten genannt. Der aufsteigende Knoten liegt da, wo der Mond die Sonnenbahn auf seinem Laufe nordwärts durchschneidet; wo es südwärts geschieht, da liegt der absteigende Knoten. (Jener heißt auch im Kalender Drachenkopf, dieser Drachenschwanz.) Da der Mond scheinbar die Sonne bedeckt und der Mond nicht jenseits der Sonne verschwindet, so muß der Mond (wenigstens dann, wenn eine Sonnenfinsterniß eintritt) uns näher sein als die Sonne. Der Mond läuft zwischen Erde und Sonne. Fällt nun einer der Knoten in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde, oder in ihre Nähe, so entsteht eine Sonnenfinsterniß, und zwar, wenn der Mittelpunkt des Mondes durch die gerade Linie zwischen unserm Standpunkt und dem Mittelpunkt der Sonne geht, eine centrale (totale, oder ringförmige); ist dieses nicht genau der Fall, eine

theilweise oder partiale Sonnenfinsterniß. Nur unter diesen Bedingungen, nur zur Zeit des Neumondes, kann sich eine sogenannte Sonnenfinsterniß ereignen. Wir sehen dann eine dunkle Scheibe vor der Sonnenscheibe von rechts nach links, oder von Westen gegen Osten vorbeiziehen; der Erde wird ein Theil des Sonnenlichts entzogen, es wird auf der Erde dunkel; wir sollten also nicht von Sonnen-, sondern von Erdverfinsterung (Erdfinsterniß) reden.

(Es giebt, wie die Leser schon wissen, auch Mondsverfinsterungen. Sie treten nur zur Zeit des Vollmondes ein. Wir sehen dann einen runden Schatten über die helle Mondscheibe ziehen. Was für eine Bewandtniß es mit ihnen hat, wird in der Folge klar werden.)

Daraus also, daß sich nicht in jedem Monate eine Sonnenfinsterniß ereignet, folgt, daß Mond- und Sonnenbahn nicht in derselben Ebene liegen. Vielmehr machen sie einen Winkel von 5^0 mit einander.

Der Lehrer geht zu der früher gebrauchten Vorrichtung an der runden Tischfläche mit Reifen zurück. Nachdem für den Meridian, den Aequator und die Wendekreise die Reifen angebracht sind, wird ein vierter zwischen die letzteren so gelegt, daß er jeden in einem Punkte berührt und den Aequator in zwei Punkten durchschneidet. Dieser Kreis stellt die Ekliptik vor, folglich die Bahn, in welcher die Sonne sich bewegt und mit der die Mondbahn auch beinahe zusammenfällt. An ihr veranschaulicht man den scheinbaren Jahreslauf der Sonne. Man läßt eine kleine Kugel durch die Theile derselben hindurchschreiten. Den Mond mag eine andre, kleinere Kugel vorstellen, die man ebenfalls mit der Hand in kleinerer Entfernung von der Erde in schnellere Bewegung setzt.

Mit diesen Bewegungen muß man, damit die Vorstellung eine richtige werde, die tägliche Bewegung der Himmelskugel, folglich aller Kreise von Osten nach Westen, in Verbindung setzen. Dabei ist die Vorstellung streng festzuhalten, daß jeder Punkt des Himmelsgewölbes einen Bogen beschreibt, der mit dem Aequator parallel liegt. Dieses ist besonders wichtig in Betreff der schiefen Lage der Ekliptik. Anfänger bewegen den sie darstellenden Reifen immer in sich selbst fort, wodurch dann eine ganz falsche Vorstellung entsteht. Soll sie richtig werden, so muß man die Reifen an einander befestigen und nun die verbundenen um die Tischebene umschwingen lassen. Dadurch wird eine Vorstellung klar, welche Vielen fehlt, aber zur Auffassung der scheinbaren täglichen Bewegungen des Himmelsgewölbes und der verschiedenen Anschauungen, welche der Sternenhimmel in den verschiedenen Jahreszeiten darbietet, unentbehrlich ist.

Da, wo der Reif der Ekliptik den Reif des Aequators durchschneidet,

liegen die Aequinoctialpunkte, die Anfangspunkte des Widders und der Wage, das Zeichen des Widders nördlich, das der Wage südlich vom Aequator. Da, wo der Reif der Ekliptik die Reifen der Wendekreise berührt, liegen die Solstitialpunkte, die Anfangspunkte der Zeichen des Krebses und des Steinbocks. Man zeigt sie und macht die 12 Zeichen anschaulich.

Hierauf setzt man die vier, den Aequator, die Wendekreise und die Ekliptik vorstellenden, fest verbundenen Reifen in Rotation von Osten gegen Westen. Die Zuschauer bemerken auf's Deutlichste die tägliche Bewegung der Körper, welche in dem einen oder andern Kreise stehen, die Orte ihres Auf- und Niedergangs, die Höhe, die sie im Meridian erreichen, dann besonders den wichtigen Umstand, daß die Lage der Wendecirkel und des Aequators gegen die Tischebene immer dieselbe bleibt, *während die Ekliptik ihre Lage gegen dieselbe jeden Augenblick ändert.* Diese Vorstellung ist sehr wichtig. Darum verweile man bei ihr!

Man bringt den Frühlings-Aequinoctialpunkt im Osten in den Horizont. Er durchschneidet diesen genau im *Ostpunkt.* Folglich geht die Sonne, wenn der Frühling beginnt, im Ostpunkte auf, läuft durch den Aequator und geht im Westpunkte unter.

Wo ist sie am nächsten Tage, wo liegt nun ihr Auf-, ihr Untergangspunkt; welchen Bogen macht sie am Himmel und so fort durch alle Jahreszeiten hindurch? Wem bis dahin die Sache nicht klar wurde, dem *muß* sie nun klar werden.

Daß die Hälfte der Ekliptik immer über dem Horizont liegt, wissen die Schüler schon. Aber welcher Theil, immer derselbe, immer ein andrer, welcher an einem bestimmten Tage? das wissen sie nicht.

Soll die Vorstellung davon in ihnen so entstehen, wie sie in den Beobachtern des Himmels entstanden ist, so muß der Lehrer nicht nur den sichtbaren Himmel genau kennen, sondern auch die Schüler in den verschiedenen Jahreszeiten des Abends und Nachts zu Beobachtungen veranlassen. Wir wissen Alle: in Privatverhältnissen ist das möglich, aber die Schulverhältnisse werden das nur selten erlauben. Folglich Belehrung an der Vorrichtung! Was die Schüler hier geschaut und begriffen haben, mögen sie auf den Himmel überzutragen versuchen. Die Anhaltpunkte haben sie an früheren Beobachtungen am Tage, die wir verlangen müssen, weil *ihnen* keine Schwierigkeiten entgegenstehen, und durch den bisherigen Unterricht gewonnen wurden. Bald so, bald so! Also verlangt es auch der Unterricht: Verschiedenheit, Abwechselung! Geistbildend und sachgemäß immer; aber auch den bestehenden äußeren Verhältnissen gemäß!

Also, wir bringen den Frühlings-Aequinoctialpunkt in den Aufgangspunkt; welcher Theil der Ekliptik liegt nun, in diesem Augenblick, über dem Horizont?

Die Schüler sehen es mit leiblichen Augen, und es bedürfte für die mit etwas Phantasie begabten auch nur einiger Bemühung, um sich die Sache so, wie sie ist, vorzustellen, ohne äußere Vorrichtung: *Der südliche Theil der Ekliptik liegt über dem Horizont,* vom Untergangspunkt

aus die Zeichen: Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische. Der erste Punkt des Steinbocks culminirt, die 3 letzten liegen östlich, die 3 ersten westlich vom Meridian.

Nun denken wir uns für denselben Tag der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche die Mittagszeit 12 Uhr. Wo steht jetzt die Sonne? Wo liegt der Frühlings-Aequinoctialpunkt? Welcher Theil der Ekliptik befindet sich nun über dem Horizont? Antwort: Der Frühlingsäquinoctialpunkt culminirt, vom Meridian aus liegen über dem Horizont, ostwärts: Widder, Stier, Zwillinge, westwärts: Fische, Wassermann, Steinbock, also vom Westen gegen Osten: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge, aber nicht parallel mit dem Aequator, sondern denselben in der Richtung von West-Südwest nach Ost-Nordost durchschneidend.

Abends 6 Uhr an demselben Tage: Im Untergangspunkte, genau im Westen, liegt der erste Punkt des Widders, genau im Ostpunkt der erste Punkt der Wage, und über dem Horizont von Westen gegen Osten, auf der nördlichen Seite des Aequators: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau. Der erste Punkt des Krebses culminirt in einer Höhe von $37\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 61°$. Mitternachts 12 Uhr an demselben Tage: im Westen geht der erste Punkt des Krebses unter, im Osten (nur nicht im Ostpunkte) will der Steinbock aufgehen. Ueber dem Horizont liegen von West-Nordwest aus nach Ost-Südost, den Aequator im Meridian durchschneidend: Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze. Wiederholt! — Entwerfet eine Zeichnung über die 4 Hauptbogen der Ekliptik am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! Z. B. Fig. 5. NWSON Horizont, NZS Meridian, Z Zenith, WAO Aequator; Lage des über dem Horizont befindlichen Theils der Ekliptik am 21. März: a) Morgens 6 Uhr: WGO;

b) Mittags 12 Uhr: CAK;

c) Abends 6 Uhr: WLO;

d) Mitternachts 12 Uhr: RAB.

Fragen: Was bedeuten in der Figur die einzelnen Buchstaben? die einzelnen Linien, die gerade und die gebogenen? wie viel Grade beträgt SG, SA, SL, SZ, SN? Wo liegt der Anfangspunkt des Widders an dem genannten Tage Morgens um 6 Uhr? Mittags um 12? Abends um 6? Mitternachts um 12? u. s. w.

Wo liegen an demselben Tage die 3 Zeichen: Wage, Skorpion, Schütze Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr? u. s. w. Ist Bogen CA=AK, RA=AB? (?) Die Beantwortung dieser Frage führt auf einen neuen Satz, der einige der obigen Sätze berichtigt. (Wir überlassen ihn dem Nachdenken der Leser. Muß man Alles sagen?)

In dieser Weise gehe man die Sache durch für die 4 Tageszeiten Morgen, Mittag, Abend, Mitternacht an den 4 Tagen, mit welchen die Jahreszeiten anfangen, und lasse Alles durch Zeichnungen darstellen. Das fruchtet! So betrieben ist die mathematische Geographie, nach unserm Bedünken, nicht bloß eins der ersten Mittel zur Stärkung des Verstandes, sondern auch

zur Weckung der Einbildungskraft — nicht bloß eine Doctrin, sondern eine Disciplin!

Richten wir unsere Aufmerksamkeit längere Zeit auf die Sternbilder des Thierkreises, so werden wir leicht einige Sterne bemerken, welche ihre Stelle gegen die, bei denen sie zu stehen scheinen, verändern. Daß sie an der täglichen Bewegung des ganzen Himmelsgewölbes Antheil nehmen, versteht sich von selbst. Aber sie haben noch eine eigene Bewegung, sind folglich keine Fixsterne. Die ihnen eigene Bewegung geschieht nicht gleichmäßig; bald laufen sie schneller, bald langsamer, bald scheinen sie still zu stehen. Die Richtung, die sie haben, ist im Allgemeinen die bekannte Reihe der Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, von Westen gegen Osten; aber sie gehen zuweilen auch aus einem folgenden in ein vorhergehendes. Man sagt daher: ihre Bewegung ist bald recht-, bald rückläufig. Man nennt diese Sterne Planeten.

Sie glänzen in eigenthümlichem Lichte. Bald stehen sie in der Nähe der Sonne, bald ihr gegenüber. Einige haben die letztere Stellung niemals. Jedermann kennt bereits die Venus, den herrlichen Stern, der bald als Morgen-, bald als Abendstern (Lucifer, Hesperus) erscheint. Nur ist er nicht an demselben Tage das Eine und das Andere. Zu den schönsten Planeten gehören auch der Jupiter, der Saturn und der Mars. In der Folge werden wir mehr von ihnen sagen. Hier bemerken wir als Hauptsache: sie bewegen sich durch den Thierkreis von Abend gegen Morgen.

Endlich erwähnen wir noch mit ein paar Worten der Kometen, ihrer Absonderlichkeit wegen, nicht bloß in Betreff ihrer äußeren Erscheinung und Seltsamkeit überhaupt, sondern auch ihres ungewöhnlichen Laufes. Sie binden sich an keine Regel. Sie kommen und gehen, man weiß zum Voraus nicht woher, nicht wohin. Sonne, Mond und Planeten bleiben regelmäßig und ordentlich innerhalb des Thierkreises, nicht so die Kometen. Sie bewegen sich zwar, so lange sie sichtbar sind, alle Tage in einer Kreisbahn von Morgen gegen Abend, aber im Uebrigen macht es jeder anders. Der durchwandert den Himmel oder einen Theil desselben von Morgen gegen Abend, ein andrer umgekehrt, ein dritter kommt von Norden u. s. w., kurz jeder hat seine aparte Weise. Es sind seltsame Wesen. Ungewöhnliches ereignet sich auch in der Natur. Die Haupterscheinungen gehen ihren regelmäßigen Gang; andre, weniger wichtige, weichen von der Ordnung ab. Aber auch sie werden wohl ihre Regel befolgen, die man entdeckt, wenn man recht zusieht. Man lernt nicht Alles auf einmal. Es hat der Jahrhunderte, ja der Jahrtausende bedurft, ehe die Menschen den Dingen auf die Spur gekommen sind. Was wir bis jetzt (nach dem bisherigen Unterricht) von dem Himmel wissen, wußten die Alten schon vor Jahrtausenden. Heut zu Tage weiß man noch Einiges dazu, Anderes ist auch den besten Kennern jetzt noch verborgen. Um jenes Einige müssen auch wir uns noch bemühen. Hoffentlich dünkt uns das Streben keine Last, sondern Lust. Doch vorher müssen wir noch einige Fragen thun, um uns zu vergewissern, daß das Bisherige festsitzt.

Fragen und Aufgaben.

1) In welcher Ordnung folgen die verschiedenen Gestalten (Lichtphasen) des Mondes auf einander? Wo, d. h. an welchem Theile des Himmels und wann wird er gesehen als zunehmende Sichel? als erstes Viertel? als Vollmond? als letztes Viertel? als abnehmende Sichel? Wann wird er gar nicht gesehen? In welcher Lichtgestalt sieht man ihn Morgens nach Sonnenaufgang am Himmel? Wie viel Grad ist er von der Sonne entfernt als Neumond? erstes Viertel? Vollmond? letztes Viertel?

2) Geht er immer in denselben Punkten des Horizonts auf? Zu welchen Zeiten in dem Ostpunkte oder in der Nähe desselben? Wann geht er in dem Zeichen des Krebses und des Steinbocks auf? Erreicht er culminirend immer dieselbe Höhe im Meridian? In welcher Jahreszeit erreicht er als Vollmond die größte, die kleinste, die mittlere Höhe?

3) In welcher Ordnung durchschreitet er die Sternbilder des Thierkreises? Wie lange verweilt er in einem Zeichen oder Sternbild? Geht er täglich zu derselben Zeit auf? Wie viel später geht er morgen auf als ein Fixstern, mit dem er heute an derselben Stelle zugleich aufging? Woher rühren diese Erscheinungen? Fällt seine Bahn mit der scheinbaren Sonnenbahn zusammen? Hat er eine einfache oder eine doppelte Bewegung in Bezug auf die Fixsterne? die Sonne? die Erde?

4) Welche Zeit verfließt während eines Laufes des Mondes durch den Thierkreis? wie viel Tage von einem Vollmond bis zum nächsten? Wie nennt man diese zwei Perioden und wie groß ist ihr Unterschied? Woher rührt dieser Unterschied? Wenn am 10. April eines Jahres der Vollmond in dem Zeichen der Wage steht, wann ist der nächste Vollmond und in welchem Zeichen steht er dann?

5) Was für Verfinsterungen ereignen sich an Sonne und Mond? Mit welcher Lichtgestalt des Mondes trifft eine Sonnen-, mit welcher eine Mondfinsterniß zusammen? Wo steht der Mond in beiden? Was folgt aus dem Einen in Betreff der Entfernung des Mondes von der Erde, mit der Entfernung der Sonne von der Erde verglichen? Warum haben wir nicht in jedem Monat Verfinsterungen? In welchen Punkten der Mondbahn ereignen sie sich nur? Warum ist nicht jede Sonnenfinsterniß eine centrale? Von welcher Seite her tritt bei einer Sonnenfinsterniß der Mond vor die Sonne?

6) Der wievielste Theil der Ekliptik liegt immer über dem Horizont? immer derselbe Theil? Welche Zeichen befinden sich über dem Horizont Morgens bei Sonnenaufgang: am 21. März? am 21. Juni? am 23. September? am 21. December? Welche Zeichen liegen unter dem Horizont im Augenblicke des Aufgangs des Vollmonds, wenn derselbe sich im Anfangspunkt des Zeichens des Widders, des Krebses, der Wage, des Steinbocks ereignet?

7) Welche Lage hat die Ekliptik gegen den Aequator? Welche Lage die Mondbahn? Welche Bahn durchläuft jeder Theil der Ekliptik innerhalb

24 Stunden? Ist die Lage der Ekliptik gegen den Horizont in mehreren, auf einander folgenden Stunden dieselbe? Welches sind ihre Hauptlagen gegen den Horizont innerhalb 24 Stunden? Zu welcher Tageszeit liegt am 21. März der südliche, wann der nördliche, wann die aufsteigenden, wann die niedersteigenden Zeichen über dem Horizont? Beantworte dieselben Fragen für den 21. Juni, 23. September und 21. December!

8) Was für Himmelskörper werden außer Sonne und Mond und Fixsternen noch am Himmel gesehen? In welchem Gebiet des Himmels erscheinen die Planeten? die Kometen? In welchen Stücken ist die Bewegung der Planeten der des Mondes und der Sonne gleich, wie unterscheidet sie sich von dieser? Wann und wo wird die Venus als Morgenstern, wann und wo als Abendstern gesehen? Steht sie jemals der Sonne gegenüber? Die Kometen heißen Haar- oder Schweifsterne. Warum? Sind es Unglückspropheten? —

III. Ueberlegung.

Wir haben bisher die allgemeinen Erscheinungen des Himmels betrachtet. Erscheinungen, d. h. Begebenheiten, die sich ereignen, die nicht ewig sind, sondern werden, und sich auf das Aeußere der Dinge beziehen. Das Wort Erscheinung stammt her von erscheinen, scheinen und Schein. Was ein Schein ist und scheint, gehört zu den Eigenschaften an der Oberfläche der Dinge. Der Schein kann einen tieferen Grund haben in dem Innern eines Dinges, kann aber auch bloß dem Aeußeren angehören. Nicht selten ist der Schein täuschend. „Der Schein trügt", sagt das Sprichwort. Doch nein, der Schein an sich täuscht und trügt nicht, wir täuschen uns selbst. Wir ziehen aus dem Aeußeren falsche Schlüsse. Daran ist der Schein selbst, wenigstens oft, sehr unschuldig. Die Natur macht gar keinen falschen Schein. Nur der Mensch hat die unglückliche Fähigkeit, falschen Schein zu machen und Andre absichtlich zu täuschen. Die Natur täuscht nicht und berückt nicht. Allen Erscheinungen in ihr liegt Wahrheit, ein wirkliches Sein zu Grund. Daß wir selbst uns in ihr nicht selten täuschen, liegt nicht an

ihr. Sie ist durch und durch wahr in ihrem ganzen Sein, im äußeren wie im inneren. „Nichts ist Innen, nichts ist Außen", sagt Göthe. Auch das, was wir Schein in der Natur nennen, ist nur Wahrheit. Daß wir, langsam uns auf einem Kahn fortbewegend, meinen, wir ruheten und das Ufer bewege sich, was kann das Ufer dafür? Was es zeigt, ist vollkommen der Wahrheit gemäß. Und wenn wir, an einem Walde auf einem Dampfwagen schnell vorbeifahrend, die Bäume an uns vorbeischießen, die hinter einander stehenden sich kreuzen und in mannigfaltigem Gewimmel durch einander fahren sehen: so hat das Alles seinen guten Grund, ist in der Natur der Dinge vollkommen begründet. Wir brauchen nur verständig nachzudenken, um zu erfahren, wie die Sachen stehen, die Dinge sind. An uns also liegt es, wenn wir falsch urtheilen. Die Natur ist daran ganz unschuldig. Ihr Aeußeres entspricht allenthalben vollkommen ihrem Innern. „Die Natur ist redlich", sagt einer der tiefsten Naturkenner, Alexander von Humboldt, mit unserm Schiller, einem der ersten Seelenkenner. „Die Welt", fügt er hinzu, „ist vollkommen überall, wohin der Mensch nicht kommt mit seiner Qual."

Der seiner besseren Natur treu gebliebene Mensch hat eine unüberwindliche Sehnsucht nach der Wahrheit; er möchte, wie man zu sagen pflegt, überall gern hinter die Wahrheit kommen. Nirgends befriedigt ihn das Aeußere der Dinge. Darum und durch Erfahrung belehrt, daß hinter dem Aeußeren derselben oft Etwas verborgen ist, was sich an der Oberfläche nicht zeigt; belehrt, daß Manches anders ist, als es dem oberflächlichen Blicke erscheint: fragt er mit Recht auch, ob die Erscheinungen in der Natur sich ihm so zeigen, wie die Dinge an sich sind, oder ob sein Zustand, sein Standpunkt und seine Lage ihn vielleicht zu falschen Schlüssen verleiten. Fragen führen zur Wahrheit, sie sind der Weg zur Wahrheit. Nur der geweckte Mensch fragt. Sie setzen Neu- und Wißbegier, entstandene Zweifel voraus. Der Zweifel ist das Mittel, zur Wahrheit zu gelangen. Darum bedarf es keiner weiteren Rechtfertigung, wenn auch wir in Betreff der Erscheinungen am Himmel Fragen stellen, die Hauptfrage: Sind die Dinge am Himmel so, wie wir sie sehen? Ereignen sich die Bewegungen wirklich so, wie sie uns erscheinen? Machen sämmtliche Lichter am Himmel, „das große Licht, das den

Tag regiert, und das kleine, das die Nacht regiert, dazu die Sterne", in der That alle 24 Stunden eine große Umwälzung um uns herum? Die Sonne, wie steht es mit ihr? Und wie mit dem Monde? Haben beide eine, ihnen eigenthümliche, der allgemeinen Bewegung von Morgen gegen Abend entgegengesetzte von Abend gegen Morgen? Es wäre ja möglich, daß alles dieses nur schiene, möglich, daß alle diese Bewegungen nur scheinbar statt hätten, möglich, daß die eine der beiden letzteren sich wirklich, die andre nur scheinbar ereignete.

Solche und ähnliche Fragen und Bedenken haben die Menschen in sich erwogen, sobald sie anfingen, zu denken; sie sind Jahrtausende alt, so alt wie das Menschengeschlecht. Denkende Wesen beschäftigen sich mit der Untersuchung der Dinge. Wir müssen es, statt es für einen Mangel oder gar für ein Unglück zu halten, daß der Mensch solche Fragen stellt, für einen Vorzug seines Wesens und seiner Bestimmung erachten. An der Oberfläche haftet nicht die Wahrheit; er sollte sie *suchen*, *erforschen*. Nur der ganz im Aeußeren befangene, sinnlich-rohe Mensch nimmt die Dinge so, wie sie sich seinen Sinnen darstellen. Der Verständige geht über die äußere Erscheinung hinaus, er dringt durch die Schale zu dem Kern. Und wenn es auch wahr bleibt, daß „in's (ganze, volle) Innere der Natur kein erschaffener Geist dringt", so dringt er doch an der Hand der Erfahrung und des Nachdenkens in den Vorhof der Wahrheit. Jenseits wird sich ihm dereinst das eigentliche Heiligthum der Wahrheit erschließen. Dazu aber muß er sich diesseits vorbereiten und reif machen. Die Werke des unendlichen Schöpfers sind zu groß und erhaben, als daß deren Kenntniß und Erkenntniß in dem kurzen Zeitraum eines Menschenlebens und mit seiner endlichen Kraft sich erschöpfen ließe. Die vereinigten Bemühungen aller großen Geister, die bis jetzt gelebt, haben dazu nicht hingereicht. Aber Vieles haben sie erforscht. Dieses kennen zu lernen, das *Wesentliche* ihrer Forschungen uns anzueignen, es ist ein reizendes Verlangen, wir können ihm nicht widerstehen. Auf denn, laßt uns darüber nachdenken, *wie* die Erscheinungen, die wir kennen, sich ereignen! Laßt uns die Fragen beantworten, die sich uns aufdrängen!

Wir müssen ihnen etwas näher rücken. Gerechte Zweifel steigen in uns auf.

Die Erde, unser Wohnort, ist ein Körper von nicht unermeßlichem Umfange. Eigenthümliches Licht fehlt ihr, sie ist dunkel. Ihr Boden erzeugt des Guten unendlich viel, aber nicht allein aus eigner Kraft. Das Beste muß sie von oben empfangen. Was wäre sie ohne die große Wohlthäterin und Lebenweckerin, die Sonne, ohne ihr Licht, ohne die Wärme? Wenn die Sonne nicht den Frühling wieder heraufführte, dieser die kalte Erde nicht wieder besuchte, ihr Eis nicht aufthaute und neues Leben schaffte, was würde aus ihr, was aus allen Geschlechtern der Menschen und Thiere werden! Sollte die große, herrliche Sonne sich wirklich um sie herumwälzen, in doppelter Bewegung? Das Glänzende, Große, Herrliche um das Dunkle, Kleine? Ein gerechter Zweifel steigt in uns auf.

Diese und andre Fragen sind nicht zu beantworten, wenn wir die Natur, Gestalt und Größe unsrer Erde nicht kennen. Wie die Selbsterkenntniß uns über uns selbst die Augen öffnet, daß wir wissen, was und wie wir sind, und wir nun auch das Aeußere richtig beurtheilen, so ist die Kenntniß unsers Wohnortes der Schlüssel zur Wahrheit der Natur. Darauf müssen wir also zunächst sinnen.

Aber unser Leben ist kurz, schwach unsre Kraft. Wir würden nicht weit kommen, wollten wir nur uns selbst hören. Wir sehnen uns daher nach der Belehrung durch die Weisen aller Zeiten, die vor uns gelebt haben. Die Erforschung der ganzen Wahrheit ist nicht die Aufgabe des einzelnen Menschen, sondern des ganzen Geschlechts. Was unsre Vorfahren an's Licht gefördert, eignen wir es uns an; horchen wir darum ihrer Belehrung! Dies ist fortan unser Geschäft.

Im Nachfolgenden geben wir Resultate des Nachdenkens der Naturforscher und Astronomen. Unser *eignes* Nachdenken wird dabei in Anspruch genommen. Ohne Anstrengung haben jene die Wahrheit nicht gefunden; ohne Anstrengung fällt sie auch uns nicht zu. Diese Gewißheit schlägt uns nicht nieder, sie erhebt und kräftigt uns. Ohne Zögern gehen wir daher an das *heitere* Geschäft! Wir denken mit *Lessing*: Wenn Du mir in der

einen Hand die fertige Wahrheit, in der andern das Streben danach darböteſt, und mir die Wahl bliebe, ich wählte die andre; denn die abſolute Wahrheit iſt ja doch nur allein für Dich.

IV. Erklärungen.

1. Die Geſtalt der Erde.

Die Erde, von der wir überall nur einen kleinen Theil der Oberfläche ſehen — je höher wir ſtehen, deſto mehr — ſcheint eine Scheibe zu ſein, auf dem Lande mit kleineren oder größeren Erhebungen und Ungleichheiten bedeckt, auf dem Meere an ruhigen Tagen eine ſpiegelglatte, vollkommene Scheibe. Die Alten hielten ſie, dem Augenſcheine folgend, wirklich für eine Scheibe, die auf unbekannten Unterlagen ruhe. Eine Zeit lang glaubte man, der Mittelpunkt der Scheibenoberfläche ſei Delphi, wo die Pythia weiſſagete. Um dieſe Scheibe herum floß nach der Anſicht der Zeitgenoſſen Homer's der Ocean, aus welchem die Sonne des Morgens am öſtlichen Himmel auftauche, um Abends am weſtlichen Himmel ſich in denſelben wieder zu verſenken. Iſt es ſo?

Beobachtungen, Erfahrungen und Schlüſſe daraus.

1ſte Erfahrung. Nähert ſich ein Schiff, mit Maſtbaum und Segeln verſehen, von fern her einer Küſte, auf der ein Beobachter ſteht, ſo erblickt er das Schiff nicht auf einmal, ſondern zuerſt die Spitze des Maſtes, und erſt allmählig, wenn das Schiff näher gekommen, ſieht er die mittleren, zuletzt die unteren Theile des Maſtes, am allerletzten das Schiff ſelbſt. Warum erſcheint nicht das ganze Schiff dem Auge zu gleicher Zeit?

Eine ähnliche Wahrnehmung macht der Pilot auf dem Schiffe, wenn ſein Blick auf entfernte Inſeln oder auf das Feſtland, mit Bergen und Thürmen bedeckt, gerichtet iſt. Zuerſt erſcheinen ihm die

die Spitzen der Gegenstände; allmählig, wenn er sich ihnen mehr und mehr nähert, kommen auch die tiefer liegenden Theile herauf.

Schluß. Diese Thatsachen wären unmöglich, wenn die Erdoberfläche wirklich eine flache Scheibe wäre. Man müßte dann alle Theile eines erscheinenden Gegenstandes zugleich sehen, und alle müßten zugleich verschwinden *) (ja, die Spitzen von Gegenständen müßten früher verschwinden als die unteren, ausgedehnteren Theile derselben). Folglich kann die Erdoberfläche nicht eben, sie muß gekrümmt sein.

Fig. 6. In c befinde sich ein Mensch, seine Höhe sei cd; in a erscheint ein Schiff, er sieht davon zuerst den Punkt b, die gerade Linie db berührt in e die Erdoberfläche. Erst wenn das Schiff näher an e herangekommen ist, erblickt man von d aus andre, tiefer liegende Theile des Schiffes, und wenn es in e angekommen ist, sieht man es ganz.

Dasselbe gilt für einen Matrosen, der vom Mastkorbe in b nach e hin blickt. Zuerst erscheint ihm der Gipfel f eines Berges; nach und nach sieht er die tiefer liegenden Theile desselben.

Die Annahme einer allenthalben gekrümmten Gestalt der Erdoberfläche erklärt diese allenthalben gemachte Erfahrung.

---

*) Auch würden viele Gegenstände auf der Erde, wenn dieselbe eine ebene Fläche wäre, in weit größeren Entfernungen sichtbar bleiben, als es der Fall ist.

Unter der scheinbaren Größe eines Gegenstandes oder dem Sehewinkel versteht man den von zwei geraden Linien, die von dem Auge nach den Endpunkten des Gegenstandes gezogen werden, gebildeten Winkel in dem Auge. Wird dieser Winkel kleiner als 1 oder $\frac{1}{2}$ Minute ($1^\circ = 60'$), was der Fall ist, wenn der Gegenstand etwa 5000 Mal so weit entfernt, als der Durchmesser desselben groß ist, so verschwindet der Gegenstand. Demnach müßte einer, welcher $\frac{1}{2}$ Meile lang und $\frac{1}{2}$ Meile breit ist, etwa noch in einer Entfernung von 5000 Mal $\frac{1}{2}$ Meile, d. h. in einer Entfernung von 2500 Meilen sichtbar sein. Dieses ist aber keineswegs der Fall. Der Pic von Teneriffa, ungefähr $\frac{1}{2}$ Meile hoch, verschwindet, selbst in den besten Fernröhren, schon in einer Entfernung von 29 Meilen. In dieser Entfernung hat aber eine Größe von $\frac{1}{2}$ Meile noch einen Sehewinkel oder eine scheinbare Größe von 1°, d. h. erscheint 2 Mal so groß als der Durchmesser von Sonne oder Mond, müßte daher vom unbewaffneten Auge noch deutlich gesehen werden können. Atqui — ergo etc. Aus der Falschheit der Folge wird (bei richtiger Ableitung oder Deduction) auf die Falschheit des Grundes geschlossen. Valet consequentia, sagt hier die Logik.

Wie viel von der gekrümmten Oberfläche wird man von der Spitze b eines Gegenstandes übersehen? Fig. 7.

Man ziehe von b aus Berührungslinien (Tangenten) nach allen Seiten, in der Figur bc, bd. Was zwischen b und c und d liegt, übersieht man; was jenseits c und d liegt, bleibt verborgen. Der sichtbare Horizont in b ist ein Kreis, der mit dem Halbmesser bc oder bd ringsum gezogen wird, oder vielmehr ein Kegelraum, dessen Spitze in b liegt. Je höher ab ist, desto größer wird der Kegel, desto größer die Grundfläche. Folglich wächst mit der Entfernung des Auges von der Erdoberfläche die Größe der Horizontfläche und zugleich (was eine Zeichnung unmittelbar veranschaulicht) die Größe des sichtbaren Theils des Himmels.

Sobald ein Gegenstand über den Horizont heraufrückt, so geht er auf. Folglich muß ein Himmelskörper um so früher aufgehen, je höher das Auge des Beobachters ist, und um so später untergehen. Eben deshalb bescheint die aufgehende Sonne den Gipfel eines Berges früher als den Fuß desselben. Diese Thatsache und andere sind nur erklärbar aus der gekrümmten Oberfläche des Erdkörpers. *)

2te Erfahrung. Jeder dunkle Körper wirft, von der Sonne beschienen, nach der der Sonne entgegengesetzten Seite einen Schatten. So auch die Erde. Dieser Schatten kann in

---

*) Der Horizont. Erster Beitrag zu einer geistbildenden Behandlung der Lehren der mathematischen Geographie in höheren Lehranstalten, von H. Baumgärtner, Seminarlehrer in Berlin. Essen, bei Bädeker, 1843. Eine lehrreiche, wissenschaftliche Abhandlung. In derselben ist S. 21 eine Tabelle enthalten, welche angiebt, wie viel mehr als die Hälfte des Himmels man in bestimmten Höhen über der Erdoberfläche übersieht, oder wie viel die Kimmtiefe beträgt. Z. B.:

Absol. Höhe des Auges in preuß. Fußen:	0′;	Kimmtiefe:	0° 0′ 0″
	10′;	=	— 3′ 24″
	100′;	=	— 10′ 48″
	1000′;	=	— 34′ —
	5000′;	=	1° 16′ —
	10000′;	=	1° 48′ —
	50000 Meilen	=	89° 1′ —
	21000000 =	=	89° 59′ 51″

Begreiflicherweise hängen diese Bestimmungen nicht bloß von der Entfernung des Auges von der Erde, sondern auch von der Größe derselben ab.

der Regel nicht gesehen werden; nur zuweilen. Nämlich dann, wenn er von einem hellen Körper aufgefangen wird. Der Körper, welcher dieses thut, ist der Mond. Wenn nämlich Vollmond ist, so steht der Mond, von der Erde aus gesehen, der Sonne gerade gegenüber, 180° von ihr entfernt. Geht er nun zugleich durch einen Knoten der Mondbahn, in welchem Falle Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie stehen, so sieht man über den Mond nach und nach einen Schatten ziehen oder den Mond durch einen Schatten gehen, wodurch eine sogenannte Mondsfinsterniß entsteht. Dieser Schatten hat jederzeit eine runde Gestalt.

Schluß: Folglich muß die Erde, welche diesen Schatten bildet, ein runder Körper sein.

Der runden Körper giebt es mancherlei. Die bekanntesten sind Scheibe und Kugel.

Da auch eine Scheibe zuweilen einen runden Schatten wirft, nämlich dann z. B., wenn die sie beleuchtenden Strahlen auf ihr und der Fläche, welche den Schatten empfängt, senkrecht stehen, so könnte die Erde, ungeachtet der Mondsfinsterniß, eine Scheibe sein. Aus den Mondsfinsternissen allein folgt daher nicht, daß die Erde ein kugelförmiger Körper sei. Verbindet man aber die zweite Erfahrung mit der ersten, so wird es sehr wahrscheinlich, und die Wahrscheinlichkeit wird zur Gewißheit, sobald wir erst wissen, daß die Erde sich stets, also auch während einer Mondsfinsterniß, um die Achse dreht.

Frage. Hängt die Form des Schattens, den ein Körper wirft, nicht auch von der Lage des den Schatten aufnehmenden Körpers ab? Kann eine Kugel einen länglichrunden, eine Scheibe einen elliptischen, oder gar einen geradlinigen Schatten werfen? Beispiele durch Versuche mit einer beleuchteten Kugel und Scheibe vor einer Wand!

3te Erfahrung. Ferdinand Magellan (Magelhaens) segelte 1519 von der Westküste Europa's ab, eins seiner Schiffe fuhr, 3 Jahre lang, der Hauptrichtung nach stets westlich, und kam endlich an dem Orte wieder an, von dem es ausgesegelt war. Diese Erfahrung ist seitdem vielfältig gemacht worden: Man segelt stets fort und fort gegen Westen, und kommt von Osten her wieder an denselben Ort; oder man segelt gegen Osten, und kommt von Westen her zurück.

Schluß. Dieses ist nicht möglich, wenn die Erde eine runde Scheibe ist, ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Osten nach Westen, und umgekehrt, ein runder Körper ist.

Frage. Kann man nicht auch auf einer Scheibe so reisen, daß man nach dem ursprünglichen Ausgangspunkte von entgegengesetzter Seite zurückkommt? Aber was muß dann geschehen? Ist es auch ohne Drehung möglich?

Anmerkung. Jene „Reise um die Welt" (Welt- oder Erdumsegelung) wurde in etwa 3 Jahren vollendet. Man hatte ein genaues Tagebuch geführt, und fand mit Staunen bei der Rückkehr nach Spanien, daß man auf dem Schiff einen Tag weniger schrieb als in Spanien. Magellan war den 10. August 1519 abgesegelt, und kehrte den 7. Septbr. 1522 zurück. *) Auf dem Schiffe war es der 6. September. War ein Fehler vorgefallen? Und wenn nicht, wer hatte Recht?

4te Erfahrung. Bisweilen, wenn auch selten, geht der Mercur und die Venus vor der Sonnenscheibe her. Man nennt diese Erscheinung einen Durchgang des Mercur oder der Venus durch die Sonne. Man sieht alsdann einen dunkeln Punkt an dem nach Osten gekehrten Rande der Sonnenscheibe erscheinen und am westlichen wieder verschwinden. Es folgt aus dieser Erscheinung, daß Mercur und Venus alsdann näher bei der Erde stehen als die Sonne. Wird nun diese interessante Erscheinung mit Fernröhren, welche geschwärzte Gläser besitzen, an verschiedenen Orten, welche östlich und westlich von einander liegen (z. B. Paris, Wien, Konstantinopel u. s. w., Boston) beobachtet, und werden nachher die Zeiten, in welchen an jedem Orte die Erscheinung (nach ihrem Anfang, Mittel und Ende) beobachtet wurde, mit einander verglichen, so findet sich, daß sie an den verschiedenen Orten zu verschiedenen Stunden stattgefunden hat. An den östlicher gelegenen Orten ist die Beobachtung später am Tage, an den westlicher gelegenen früher am Tage gemacht worden. Dort waren seit Sonnenaufgang schon mehr Stunden verflossen, als hier.

Schluß: Folglich geht den mehr nach Osten gelegenen Orten die Sonne früher auf, als den mehr westlich gelegenen. Dieses ist aber nicht möglich, wenn die Erde eine ebene Scheibe ist,

*) Oder vielmehr er selbst nicht; denn er war im J. 1521 auf einer der Philippinischen Inseln ermordet worden.

ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Morgen gegen Abend, und umgekehrt, ein gekrümmter Körper ist.

Da man nun aus den genannten und ähnlichen Beobachtungen weiß, daß bei den gerade ost- und westwärts von einander gelegenen Orten der Unterschied in der Zeit des Auf- und Untergangs und der Culmination der Sonne — abhängt von der Entfernung dieser Orte und dieser proportional ist (doppelte Entfernung zweier Orte, doppelter Unterschied), so muß die Erde von Osten gegen Westen regelmäßig gekrümmt sein.

Die eben angegebene Erfahrung macht man auch, wenn man mit einer genau gehenden, nach der Sonne gestellten Uhr ost- oder westwärts reiset. Kommt man an einem Orte an, welcher ostwärts liegt, und vergleicht die Zeit, welche die mitgebrachte Uhr zeigt, mit den genau nach der Sonne (d. h. nach ihrem Durchgange durch den Meridian) gestellten Uhren dieses Ortes, so zeigen diese eine vorgerücktere Stunde des Tages, und zwar um so mehr vorgerückt, je mehr der Ort ostwärts liegt. Das Umgekehrte bemerkt man an den Uhren der Orte, welche westwärts liegen. — Kommt man z. B. von Berlin nach Moskau, so zeigen die Moskauer Uhren 1 Uhr 36 Minuten, wenn die mitgenommene Berliner Uhr 12 Uhr zeigt.

Anmerkung. Man denke an das Tagebuch des F. Magellan! Welche Erfahrungen wird ein Schiff machen, welches von Westen nach Osten eine Erdumsegelung vollendet; — in Betreff der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne und ihres Durchganges durch den Meridian an aufeinander folgenden Tagen, und des Kalenders?

5te Erfahrung. Bewegt man sich in der Richtung nach Norden vorwärts, folglich in der Mittagslinie, zwischen Orten, welche denselben Meridian, also zu gleicher Zeit Mittag haben, so macht man, die Sterne beobachtend, folgende Wahrnehmungen:

Ein Stern, der am Ausgangspunkte durch das Zenith ging, geht nun südwärts von dem nunmehrigen Zenith durch den Meridian. Der nördliche Polarstern hebt sich höher und höher. Ueber den nördlichen Theil des Horizontes erheben sich bekannte, auf- und untergehende Sterne, so hoch, daß sie nicht mehr untergehen. Ueber den südlichen Theil des Himmels erheben sich andre, die man an dem Ausgangspunkte aufgehen sah, gar nicht mehr über den Horizont.

Die umgekehrten Beobachtungen macht man, wenn man südwärts reiset. Alsdann sinken die um den Nordpol stehenden Sternbilder immer tiefer, die nach Süden zu stehenden heben sich immer mehr und mehr.

Schluß. Die Gesammtheit dieser Erscheinungen läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die Erde von Norden nach Süden und umgekehrt eine gebogene Gestalt habe, ein kugelförmig gekrümmter Körper sei.

Einwurf. Wenn nicht schon früher, so werden doch wahrscheinlich hier die Schüler den Einwand machen, daß man auf einer Kugel nicht überall wohnen könne, sie werden von oben und unten reden u. s. w.

Es bedarf also der Belehrung, daß bei einem frei im Weltraume schwebenden Körper von unten oder oben gar nicht die Rede sein könne. Ueberall stehen die Menschen mit den Beinen auf dem Erdboden und haben den Himmel über sich. Was näher bei der Erde ist, heißt unten, was näher beim Himmel, oben. Besser begriffen wird es aus dem Folgenden. Aber man steure der falschen Vorstellung ein für alle Mal dadurch, daß man in der Geographie nirgends von oben und unten (=Norden und Süden) redet.

6te Erfahrung. Wirft man einen Stein in die Höhe, so fällt er alsbald wieder auf die Erdoberfläche zurück. Steine, die sich vom Dache eines Hauses lösen, bewegen sich nicht nach oben (steigen nicht), sondern nach der Erde hin, sie fallen. Ein Stück Holz, eine Bleikugel u. s. w. an einen Faden gebunden und hängen gelassen, spannt den Faden; seine Richtung trifft, aufwärts verlängert, den Scheitelpunkt, abwärts verlängert, den Mittelpunkt der Erde. Die Richtung des Fadens steht lothrecht auf dem Wasserspiegel.

Kurz, alle Theile der Erde (ganz leichte werden von der Luft bis zu einer gewissen Höhe gehoben) haben ein Bestreben, sich der Erde möglichst zu nähern, und sie thun es, wenn kein Hinderniß vorhanden ist, wirklich. So fließt das Wasser nach unten, dringt in die Erde ein u. s. w. Woher rührt diese allgemeine Erscheinung?

Leute, die niemals über die Sache nachgedacht haben, erklären sie für eine Folge des Drucks der Luft. Eine Menge der

verschiedenartigsten Erscheinungen soll der Luftdruck hervorbringen. Dieser spukt ordentlich in ihren Köpfen. Aber der Luftdruck ist es so wenig, daß die Erscheinung gerade in einem Raume, in dem sich keine Luft befindet, am energischesten auftritt. Die Ursache ist keine andre als die Anziehungskraft der Erde. Die Erde zieht alle Körper an, hält sie alle bei sich, und nähert sie sich selbst, so viel als möglich. Worin ist diese Anziehungskraft begründet, steckt sie geheimnißvoll im Mittelpunkt der Erde wie ein Magnet, oder wie ist es?

Die Anziehungskraft ist eine aller Materie einverleibte Kraft. Jedes materielle Theilchen zieht jedes andre materielle Theilchen an. Folglich haben alle eine Neigung zur Vereinigung.

Diese Anziehungskraft ist eine allgemeine Eigenschaft der Materie. Wo nur materielle Stoffe sind, da ist sie auch. Sie ist eine Grundkraft der Materie.

Als daher die Materie geschaffen wurde, war die Anziehungskraft mitgeschaffen. Denn jedes Ding besteht nur in seinen wesentlichen Eigenschaften. Wo daher kein Hinderniß eintrat, da vereinigten sich die Massen. Man denkt sich den Urzustand der Weltmassen flüssig, aus Gründen, die hier übergangen werden können, und nennt diesen Zustand den chaotischen (Chaos). Aus diesem Chaos traten allmählig die Weltkörper hervor, an bestimmten Punkten vereinigten sich Massen. So entstand auch (nach Wahrscheinlichkeit) die Erde. Da alle Theile derselben einander anzogen, so mußten dieselben, wenn Ruhe und Stillstand eintreten sollte, sich in's Gleichgewicht setzen, d. h. eine Kugelgestalt annehmen. Ein Körper, dessen Theile von der Anziehungskraft aller Theile zu allen zusammengehalten werden, wird (wenn nicht andre Verhältnisse störend einwirken) als eine Kugel erscheinen. Da nun die Anziehungskraft in der Materie der Erde lebt und wirkt, so muß sie eine kugelförmige Gestalt angenommen haben. Alles, was wir von ihr wissen, bestätigt diese Meinung. In Wahrheit und mit fester Ueberzeugung können wir daher hier schon sagen: Unser Wohnort ist eine Kugel. Alles Nachfolgende bestätigt diese Ansicht und erhebt sie zur unumstößlichen Gewißheit.

Die Berge auf der Erde sind kein erheblicher Einwurf da-

gegen. Kennen wir erst die Größe der Erde, so werden wir einsehen, daß selbst die höchsten Berge gegen die Größe der Erde nur unbedeutende Erhöhungen bilden.

Rückblick. Hier an dieser Stelle müssen wir einen Rückblick thun. Wir haben eine Hauptstation erreicht. Unsre Gesammtansicht wird nun, wenn wir mit der Vorstellung der Kugelgestalt der Erde alles Frühere verbinden, sich erweitern und, wenigstens theilweise, eine andre werden. Wahrscheinlich geht es dem Einen oder dem Andern im Kopfe herum. Man kann nicht gleich Alles sich zurecht legen. Es ist auch nicht nöthig; aber wir müssen die Sache doch vorbereiten.

Wir denken uns also jetzt die Erde als eine Kugel im Weltraum, um sie herum Sonne, Mond und Sterne. Diese scheinen sich in 24 Stunden von Osten gegen Westen herumzuwälzen. Der Nordpol des Himmels nimmt an dieser Bewegung keinen Antheil. Demselben nahe stehende Sterne bewegen sich in kleinen Kreisen langsam, im Aequator des Himmels stehende am schnellsten.

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber! Fig. 8.

Der um o herumgezogene kleine Kreis stelle die Erde, der größere einen Durchschnitt der Himmelskugel vor. N Nordpol, S Südpol des Himmels, NS die Himmelsachse, um welche die tägliche Bewegung der Gestirne erfolgt; n Nordpol der Erde, s Südpol derselben. Die gerade Linie ns nennt man die Erdachse. (Warum, folgt später.) AE Himmels-, ae Erdäquator. Es sei B der Standpunkt eines Menschen. Alsdann ist eine an die Kreislinie in B gezogene Tangente ld, der scheinbare Horizont des Ortes B, Z sein Scheitelpunkt. An der Figur erkennen wir nun Folgendes:

Sterne in N und S bewegen sich gar nicht. Was von N gilt, gilt auch, wie Schiffer, die nach Süden fahren, wissen, von S.

Der Aequator AE theilt die Himmelskugel in 2 gleiche Theile, den nördlichen und südlichen.

Der Erdäquator ae theilt die Erdoberfläche in 2 gleiche Hälften, die nördliche und südliche Halbkugel. Wie N von allen Punkten des Himmelsäquators, so ist n von allen Punkten des Erdäquators 90° entfernt. Ebenso S und s.

Ein Stern in c beschreibt in 12 Stunden den Bogen cf

um N herum, in den nächsten 12 Stunden den in der Figur nicht dargestellten Bogen fc auf der andern Seite. NASEN ist Meridian des Himmels für B; nBasen ist Erdmeridian für B. Jener bildet diesen, d. h. schneidet die Erde in ihm. Erd- und Himmelsmeridian desselben Ortes liegen in derselben Ebene. Dieser ist die Verlängerung von jenem. Dasselbe gilt vom Erd- und Himmelsäquator.

Ein Stern d, der bei seinem tiefsten Stande den Horizont des Bewohners von B in d berührt, erreicht seine größte Höhe in g, wo er culminirt. Die Mittelpunkte der Kreise, welche die Sterne in 24 Stunden um die Erde zu beschreiben scheinen, liegen in der Himmelsachse NS. Der Mittelpunkt des Kreises, den ein in E im Aequator stehender Stern zu beschreiben scheint, liegt in dem Mittelpunkt der Erde, in o. Die Mittelpunkte der Kreise der Sterne, die an dem nördlichen Theile der Himmelskugel liegen, befinden sich zwischen o und N; die Mittelpunkte der Sterne an dem südlichen Theile der Himmelskugel liegen zwischen o und S. Ein Stern, der in i steht, beschreibt den Bogen ih um den Südpol herum, und kommt gar nicht über den Horizont des Ortes B.

Bo bezeichnet die Richtung eines in B frei aufgehängten, an einem Faden schwebenden Körpers, ao die Richtung eines solchen in a u. s. w. Die Richtungen aller Bleilothe auf der Erde vereinigen sich im Mittelpunkte der Erde.

Wie lang der Halbmesser der Erde, oa, on, oB ist, wissen wir noch nicht. Eben so wenig kennen wir die Länge oE, oN u. s. w., die Entfernung des Himmelsgewölbes. Aber die Erfahrung lehrt, daß der Halbmesser der Erdkugel klein ist in Vergleich mit dem Halbmesser der Himmelskugel, so klein, daß on gegen oN verschwindet, folglich auch oB gegen oZ, folglich ist ld von KL, einer Ebene, die mit Id parallel durch den Mittelpunkt o gelegt gedacht wird, so gut wie gar nicht entfernt, beide fallen zusammen. Die meisten Erscheinungen am Himmel sind so, daß beide als zusammenfallend angesehen werden müssen. Ld ist =o (Null) zu setzen. Sobald daher ein Stern in L erscheint, erscheint er auch in d, d. h. im Horizont von B. Die Ebene Id ist für B der *scheinbare*, KL der *wahre* Horizont. Beide sind zwar um die Größe des Halbmessers der Erde oB von einander ent-

fernt. Aber diese Entfernung verschwindet gegen die Entfernung der Fixsterne. Wir legen daher von jetzt an den wahren Horizont eines Ortes durch den Mittelpunkt der Erde, senkrecht auf die von dem Orte nach dem Mittelpunkte gezogene gerade Linie. Der wahre Horizont für den Punkt a geht durch SN, der für n durch AE; der für e auch durch SN, der für s auch durch AE. 2 Orte auf der Erde, welche unter demselben Meridian liegen und 180° von einander entfernt sind, haben denselben wahren Horizont. Menschen, die an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen, heißen Gegenfüßler (Antipoden); so die in n und s, a und e u. s. w. N ist der Scheitelpunkt von n, S sein Fußpunkt*) (Nadir); A ist der Scheitelpunkt von a, der Fußpunkt von e, dessen Scheitelpunkt E ist. Bei Gegenfüßlern ist das Zenith des einen das Nadir des andern.

Der scheinbare oder astronomische Horizont eines Ortes ist die Tangentialebene der Erdoberfläche in dem Fußpunkte des Auges. Jede mit ihr parallel gelegte Linie oder Ebene heißt eine Horizontallinie oder Ebene. Eine Horizontalebene durch den Mittelpunkt der Erde ist der wahre oder mathematische Horizont des beobachtenden Auges. Da die Größe der Erde gegen die Entfernung des Himmels verschwindet, was daraus folgt, daß Fixsterne zugleich im wahren und scheinbaren Horizonte eines Ortes erscheinen, so kann das an der Oberfläche der Erde beobachtende Auge als in dem Erdmittelpunkte beobachtend angesehen werden. Ein Auge in B übersieht daher die halbe Himmelskugel KZL, und ein Auge, welches weiter vom Erdmittelpunkt entfernt ist, als der Erdhalbmesser groß ist, z. B. ein Auge auf dem Pic von Teneriffa, übersieht mehr als die halbe Himmelskugel. Dasselbe ist der Fall auf einem Schiffe, wo man die Beobachtungen am Himmel vom Meerhorizonte aus macht. Dieser liegt tiefer als der astronomische Horizont. Die auf einem Meerschiffe beobachteten Höhen sind folglich größer (um die Kimmtiefe größer) als die von den Astronomen beobachteten. Darum ist die Berechnung der Kimmtiefe für den Schiffer sehr wichtig. **)

---

*) Was anderwärts der Kürze wegen auch Fußpunkt genannt wird, ist mit dem Nadir nicht zu verwechseln.

**) Siehe Baumgärtner a. a. O.!

2. Folgerungen aus der Kugelgestalt der Erde in Verbindung mit früheren Beobachtungen und Erfahrungen.

Um das Frühere noch genauer mit dem Resultate, daß die Erde eine Kugel ist, zu verknüpfen und demselben Naheliegendes anzureihen, betrachten wir Fig. 9., in welcher die Linie KL die Ekliptik, HR den wahren Horizont für B (Berlin) vorstellen soll. Folgende Wahrheiten sind das Resultat einer kurzen Ueberlegung.

1. Für den Horizont von a, einen Punkt auf dem Aequator.

Der wahre Horizont von a geht durch die Himmelsachse SN. Was über SN nach A zu liegt, ist über, was unter SN, nach E zu, liegt, ist unter dem Horizont von a. N und S, d. h. der Nord- und Südpol des Himmels, liegen dem Aequatorbewohner stets im Horizont.

Der Aequator AE schneidet seinen Horizont senkrecht und geht durch sein Zenith A. Alle Sterne, deren Bahn in dem Himmelsäquator liegt, gehen dem Aequatorbewohner alle 24 Stunden durch den Scheitelpunkt und kommen unter rechten Winkeln den Horizont herauf, und gehen ebenso hinab.

Da die tägliche Bahn *aller* Sterne mit dem Aequator parallel liegt, so gehen dem Aequatorbewohner *alle Sterne senkrecht* auf. Man nennt daher die über dem Aequatorbewohner schwebende Himmelskugel die *senkrechte* oder *gerade Sphäre*. Die Hälfte jener Bahnen liegt über, die Hälfte unter dem Horizont. Jeder Stern bleibt also dem Aequatorbewohner 12 Stunden über, 12 Stunden unter dem Horizont. Da die tägliche Umwälzung des Himmelsgewölbes um NS stattfindet, so gehen dem Aequatorbewohner in 24 Stunden alle Sterne ohne Ausnahme auf. Er sieht sie alle über dem Horizont, mit Ausnahme der etwa gerade in N und S stehenden, die nie auf-, nie untergehen, weil sie immer *im* Horizont verweilen.

Die jährliche Bahn der Sonne KL macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ ($23^0\ 27'\ 30''$). Bogen $AK = 23\frac{1}{2}^0$,

Bogen EL = $23\frac{1}{2}^0$. Vom 21. März bis zum 23. September verweilt die Sonne nördlich vom Aequator, in L erreicht sie die weiteste Entfernung von demselben. An dem Tage, an welchem sie in L steht, am 21. Juni, beschreibt sie den Bogen LC, parallel mit dem Aequator. Sie culminirt in C, $23\frac{1}{2}^0$ nördlich von A. Während unsers Frühlings, vom 21. März bis 21. Juni, culminirte sie zwischen A und C; während unsers Sommers, nach dem 21. Juni und vor dem 23. September, zwischen C und A; während unsers ganzen Sommerhalbjahres steht sie also dem Aequatorbewohner zur Mittagszeit im nördlichen Theile des Meridians.

Das Umgekehrte findet zwischen dem 23. September und dem 21. März Statt. An diesen Tagen culminirt sie in A, in dem genannten Zeitraum zwischen A und K, also im südlichen Theile des Meridians.

Denkt man an den Schatten, den ein vertikal aufgerichteter Stab Mittags um 12 Uhr wirft, so fällt der Schatten eines in a errichteten Stabes während des Sommersemesters, in welchem die Sonne zwischen A und C steht, nach Süden, im Wintersemester nach Norden; an den Tagen der Nachtgleichen giebt es gar keinen Schatten, die Sonne steht senkrecht über dem Stabe. Darum nennt man die Bewohner des Aequators zwei- oder unschattige. Menschen, die unter der geraden oder senkrechten Sphäre wohnen, sind zwei- oder unschattige.

CL und KD stellen die Wendekreise vor, CL den des Krebses, KD den des Steinbocks. Die Höhe, welche die Sonne am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche über dem Horizont von a erreicht, ist AN oder AS = 90^0; am Tage der Sommer-Sonnenwende ist sie CN = $90^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 66\frac{1}{2}^0$, der Winter-Sonnenwende KS = $90^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 66\frac{1}{2}^0$. KC = $23\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 47^0$, d. h. die Culminationspunkte der Sonne liegen das Jahr hindurch für den Aequatorbewohner in einem Bogen, der von zwei, gleich weit vom Zenith entfernten Punkten begränzt und 47^0 lang ist.

2. Für den Horizont von n, den Nordpol der Erde.

Hier wohnen zwar, so viel wir wissen (nie ist er von einem Schiffer erreicht worden), keine Menschen; aber wir versetzen uns

in Gedanken nach n. a und n, Aequator und Pol, bilden Gegensätze. Die Wahrheit auf entgegengesetzten Standpunkten vermittelt die Wahrheit auf Standpunkten zwischen den Extremen.

Der wahre Horizont von n ist AE, der Aequator des Himmels, N ist sein Zenith, S sein Nadir.

Die nördliche Halbkugel des Himmels ist immer über, die südliche immer unter seinem Horizont. Denn alle täglichen Bewegungen der Himmelskörper geschehen parallel dem Aequator.

Sterne, die in dem Aequator stehen, verweilen also stets in dem Horizont des Nordpols der Erde, kommen nicht herauf, gehen nicht hinab, sondern in 24 Stunden in dem Horizont um ihn herum.

Ein Stern in N bleibt stets in seinem Zenith; von dem nördlichen Polarstern gilt dieses sehr nahe.

Sterne, die zwischen dem Aequator und N stehen, bewegen sich in 24 Stunden parallel mit seinem Horizont, weil parallel mit dem Aequator. Jeder behält beständig dieselbe Höhe. Seine Sphäre heißt die parallele. Kein Stern der südlichen Halbkugel kommt über seinen Horizont. Dem Nordpol geht also kein Fixstern auf, keiner unter. Die aufgegangenen bleiben ewig über, die andern ewig unter seinem Horizont.

Die durch die Ekliptik, die mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ macht, sich bewegende Sonne steht, weil ein halbes Jahr nördlich vom Aequator, auch ein halbes Jahr über dem Horizont des Nordpolbewohners, und zwar vom 21. März bis zum 23. September. An jedem Tage dieser Zeit beschreibt sie, wenn man es nicht ganz genau nimmt, einen Kreis, parallel mit seinem Horizont, ohne unterzugehen. Aber die Sonne steigt vom 21. März täglich höher, bis sie am 21. Juni eine Höhe von $23\frac{1}{2}^0$ erreicht. Dann kehrt sie zum Horizont, weil zum Aequator, zurück, den sie am 23. September wieder erreicht. Während dieses Halbjahres ging also die Sonne nicht unter. Der Tag des Nordpols dauert 6 Monate. Eben so lange seine Nacht, vom 23. September bis zum 21. März. Die Bahn, welche die Sonne während des Sommers beschreibt, ist eine gewundene, spiralförmige Linie, vom Aequator nordwärts, und wieder zurück bis zum Aequator. Die Dämmerung mindert die Dunkelheit nach dem 23. September, und vor dem 21. März.

Die Höhe, welche die Sonne am 21. Juni über dem Horizont des Nordpolbewohners erreicht, ist AC = EL, die Zenithentfernung an diesem Tage = NC = NL = $90^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 66\frac{1}{2}^0$.

Der Schatten, den ein im Nordpol senkrecht errichteter Stab innerhalb 24 Stunden wirft, beschreibt um seinen Fußpunkt einen Kreis (ganz genau?). Die Bewohner sind umschattige. Diese Eigenschaft ist mit der parallelen Sphäre verbunden.

3. Für den Horizont von B, Berlin, dessen Polhöhe $= 52\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite ist.

Eine gerade Linie, von o nach B gezogen und bis Z verlängert, bezeichnet in Z das Zenith von B.

Eine auf Bo in o errichtete Senkrechte HR stellt den wahren Horizont von B dar. ZR = ZH = 90^0.

NR ist die Polhöhe von B, $= 52\frac{1}{2}^0$. ZN, die Zenithentfernung des Pols, ist = ZR − NR = $90^0 - 52\frac{1}{2}^0 = 37\frac{1}{2}^0$.

HA stellt den Bogen dar, welcher die Höhe mißt, die der Aequator über HR, dem Horizont von B, erreicht. Wie groß ist HA? ZH = 90^0 = NA. Von beiden das gemeinschaftliche Bogenstück AZ abgezogen, bleibt ZN = AH = $37\frac{1}{2}^0$, d. h. die Zenithentfernung des Pols ist = der Aequatorhöhe (versteht sich, im Meridian). Der Aequator schneidet also den Horizont von Berlin unter einem Winkel von $37\frac{1}{2}^0$.

Der Bogen AZ bezeichnet die Entfernung des Aequators vom Zenith; er ist = AN − ZN = $90^0 - 37\frac{1}{2}^0 = 52\frac{1}{2}^0$, d. h. die Entfernung des Aequators vom Zenith ist = der Polhöhe.

Bogen AZ = Bogen aB in Graden; aB bezeichnet die Entfernung Berlins vom Aequator der Erde. Also ist auch die Polhöhe Berlins = seiner Entfernung vom Aequator.

Nun müssen wir aus der Figur erkennen, welches die größte, mittlere und kleinste Erhebung der Ekliptik über den Horizont von B ist. KL stellt die Ekliptik dar.

Sie macht, wie bekannt, mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$; AK = $23\frac{1}{2}^0$ = EL.

AH war = $37\frac{1}{2}^0$, folglich ist KH = AH − AK = $37\frac{1}{2}^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 14^0$. Dieses ist die kleinste Erhebung der Ekliptik über den Horizont von B, welche am 21. December Mittags

12 Uhr stattfindet. Die Sonne steht an diesem Tage in dem Wendekreis des Steinbocks KD.

Am längsten Tage, 21. Juni, steht sie im Wendekreis des Krebses CL, und erreicht am Mittag dieses Tages ihre größte Höhe HC über dem Horizont. $HC = HA + AC = 37\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 61^0$.

An den Tagen der Nachtgleichen steht die Sonne im Aequator AE. Wenn sie alsdann culminirt, so hat sie die Höhe HA $= 37\frac{1}{2}^0$. Die größte Höhe also, welche die Sonne erreicht, ist $= 61^0$, ihre mittlere $= 37\frac{1}{2}^0$, ihre kleinste $= 14^0$. Am längsten Tage steht sie also $61^0 - 14^0 = 47^0 =$ 2mal $23\frac{1}{2}^0$ höher als am kürzesten.

Ihre Zenithentfernung ist am

längsten Tage $= CZ = 90^0 - 61^0 = 29^0$.

Am kürzesten Tage $= KZ = 90^0 - 14^0 = 76^0$.

An den Tagen der Nachtgleichen $= AZ = 90^0 - 37\frac{1}{2}^0 = 52\frac{1}{2}^0$.

Die Erhebungen der Sonne über den Horizont sind gleich ihren Senkungen unter denselben, nur in den entgegengesetzten Jahreszeiten, z. B. HC ist ihre größte Erhebung am 21. Juni, HC = RD, RD ist ihre tiefste Senkung am 21. December, Mitternachts. Mit der größten Erhebung HC ist an demselben Tage ihre geringste Senkung RL verbunden; denn die Sonne läuft am 21. Juni durch den Wendecirkel des Krebses CL. RL ist $= HK = 14^0$, d. h. am längsten Tage erreicht die Sonne zu Mitternacht nur eine Tiefe von 14^0 unter dem Horizonte. Erfahrungsmäßig dauert (wie bereits oben bemerkt) die Dämmerung so lange, bis die Sonne 18^0 unter dem Horizont steht. Um die Zeit des längsten Tages hört folglich die Dämmerung während der ganzen (kurzen) Nacht nicht auf, d. h. es wird nicht ganz dunkel. *)

*) Die folgende Betrachtung über das interessante, wichtige und heilsame Phänomen der Dämmerung (was würde aus unsern Augen werden, wenn die Nacht plötzlich mit dem Tage wechselte?) kann überschlagen werden.

In oder während welcher Zeit findet für Berlin und andre Orte immerwährende (die ganze Nacht durch dauernde) Dämmerung Statt? Welche Orte haben keine solche ꝛc.?

Dämmerung findet Statt, so lange die Sonne nicht tiefer als 18^0

Da KL zur Hälfte über, zur Hälfte unter HR, dem Horizont von B, liegt, so befindet sich die Hälfte der Ekliptik immer über

---

unter dem Horizont steht, oder so lange ihre negative Höhe zwischen 0 und $-18°$ liegt. Die immerwährende Dämmerung wird also in allen den Nächten dauern, in welchen für einen Ort die untere Culmination der Sonne nicht größer ist als $-18°$. Dieselbe wird mit dem Tage vor dem Sommersolstitium beginnen, an welchem die untere Culmination der Sonne $-18°$ beträgt, und an dem Tage nach dem Sommersolstitium wieder aufhören, an welchem die untere Culmination wieder $-18°$ ist. Welches ist das Datum dieses Anfanges und dieses Endes der immerwährenden Dämmerung für Berlin unter $52\frac{1}{2}°$ Breite?

In den astronomischen Sonnentafeln ist für jeden Tag des Jahres die Entfernung der Sonne vom Aequator (die sogenannte Declination) verzeichnet. Aus derselben kann man also für jede bekannte Declination den entsprechenden Tag des Jahres finden. Will man daher das Datum für den Anfang und das Ende der immerwährenden Dämmerung wissen, so muß man berechnen, welche Declination die Sonne am Tage des Anfangs und des Endes der immerwährenden Dämmerung hat. Diese Declination ergiebt sich so:

Entfernung des untern Culminationspunktes der Sonne vom Horizont + Declination der Sonne + Polhöhe Berlins $= 90°$; folglich Declination der Sonne $= 90° -$ (Polhöhe Berlins + Entfernung des ꝛc.); die Polhöhe Berlins $= 52\frac{1}{2}°$; Entfernung ꝛc. $= 18°$; ihre Summe $= 70\frac{1}{2}°$; also Declination der Sonne $= 90° - 70\frac{1}{2}° = 19\frac{1}{2}°$. Die immerwährende Dämmerung beginnt also für Berlin und hört auf bei einer Declination der Sonne von $19\frac{1}{2}°$. Die derselben entsprechenden Tage sind etwa der 18. Mai und 26. Juli. Zwischen diesen beiden Gränzpunkten ist in Berlin immerwährende Dämmerung.

An welchen Orten findet eine solche Statt?

An allen denen, für welche die kleinste Entfernung der unteren Culmination der Sonne vom Horizonte nicht mehr als $18°$ beträgt; wo sie stets mehr beträgt, da fehlt die immerwährende Dämmerung. Die kleinste Entfernung der unteren Culmination der Sonne vom Horizonte findet am Tage des Sommersolstitiums Statt, wenn die Sonne eine Declination von $23\frac{1}{2}°$ hat. Wo an diesem Tage die Entfernung ꝛc. mehr als $18°$ beträgt, da fehlt die immerwährende Dämmerung; wo sie gerade $18°$ beträgt, da hat man immerwährende Dämmerung an dem einen Tage des Sommersolstitiums. Dieses ist der Fall, wenn die Polhöhe des Ortes $= 90° - (18° + 23\frac{1}{2}°) = 90° - 41\frac{1}{2}° = 48\frac{1}{2}°$.

Da nun die Polhöhe der geographischen Breite gleich ist, so haben alle die Orte, deren geographische Breite $< 48\frac{1}{2}°$, keine immerwährende Dämmerung; diejenigen aber, deren geographische Breite $> 48\frac{1}{2}°$ ist, haben mehr als eine Nacht immerwährende Dämmerung; die Zahl dieser Nächte nimmt

über dem Horizont von B, und da die Sonne an jedem Tage, wo sie auch in der Ekliptik stehen mag, einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, und ein Theil dieses Kreises über, ein anderer unter HR liegt, so geht die Sonne dem Orte B täglich auf und täglich unter.

Suchen wir an der Figur zu erkennen, wie groß die Bogen sind, die sie in den verschiedenen Jahreszeiten über und unter dem Horizont von B beschreibt!

Am 21. März und 23. September steht die Sonne im Aequator, d. h. in einem der Punkte, in welchem Ekliptik und Aequator einander durchschneiden. An diesen Tagen läuft sie im Aequator, der zur Hälfte über, zur Hälfte unter dem Horizonte von B liegt. Die Hälfte des Bogens oder der 180°, die sie an den genannten Tagen über dem Horizont beschreibt, wird durch oA dargestellt =90°, und die Hälfte des Bogens, den sie an denselben Tagen unter dem Horizont beschreibt, durch oE=90°.

Am kürzesten Tage steht die Sonne im Wendekreis des Steinbocks, und sie bewegt sich an diesem Tage in 24 Stunden scheinbar durch den Steinbock KD. Von demselben fällt Kp über, Dp unter den Horizont. pK stellt die Hälfte des Bogens dar, den die Sonne über, pD die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizont beschreibt.

Am längsten Tage erreicht die Sonne den Wendekreis des Krebses CL. qC ist dann die Hälfte des Bogens, den sie über, qL die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizonte beschreibt.

---

mit der geographischen Breite zu. Ungefähr 50 Tage vor und nach dem Tage der Nachtgleichen hat die Sonne eine Abweichung von 18°; folglich ist auf dem Pole die Tiefe der Sonne unter dem Horizont in 2mal 50 = 100 Tagen kleiner als 18°, d. h. die Nacht von 6 Monaten wird durch die Dämmerung um 100 Tage verkürzt.

Anmerk. Ausführlicher, mit lehrreichen Winken verschiedener Art und übersichtlich in Tabellen dargestellt, findet man den eben besprochenen Gegenstand in der in vieler Hinsicht wegen ihres reichen Inhaltes empfehlenswerthen Schrift: „Urania, Lehrbuch des Wissenswürdigsten aus der Himmelskunde und mathematischen Geographie" ꝛc., von Dr. J. Hartmann, Lehrer am Gymnasium zu Marburg. Leipzig, 1841, Einhorn. (232 S. mit 15 lith. Tafeln.)

Die Tagbogen der Sonne betragen über dem Berliner Horizonte am 21. März, 21. Juni, 23. September und 21. December nach einander 180°, 248°, 180°, 112°, wie bereits oben angegeben worden. Die Nachtbogen ergänzen die Tagbogen zu 360°.

Da die Sonne das Jahr hindurch in K und C und zwischen K und C, in dem Bogen KC culminirt, und alle Punkte dieses Bogens südlich von dem Zenith Z liegen, so fällt dann der Schatten eines in B auf dem Horizonte senkrecht errichteten Stabes stets gegen Norden, in die Mittagslinie. In B wohnen also einschattige Menschen.

Da die tägliche Bewegung der Sonne, des Mondes und aller Sterne parallel mit dem Aequator geschieht, und dieser eine schiefe Lage gegen den Horizont von B hat ($37\frac{1}{2}^0$), so gehen alle Himmelskörper dem Horizont von B schief auf, alle Bogen und Kreise, in denen die Himmelskörper zu laufen scheinen, haben eine schiefe Lage gegen den Horizont von B. Daher heißt die über B liegende und über seinem Horizont sich fortbewegende Sphäre die schiefe Sphäre.

---

1) Ehe weiter gegangen wird, bedarf es zur Befestigung der gefundenen Wahrheiten in Bezug auf die Horizonte an verschiedenen Punkten der Erde, von deren deutlichster Erkennung die sichere Auffassung der Verhältnisse in den verschiedenen Zonen abhängt, einiger Uebungen.

Man begiebt sich an eine freie Stelle auf dem Horizont, läßt denselben zuerst den Horizont des Aequator-, dann den des Polbewohners, endlich den des eigenen Wohnortes vorstellen. Die Schüler müssen, mit einem Stabe in der Hand, die Hauptpunkte und die Bewegungen zeigen, wie sie sich über den drei verschiedenen Horizonten ereignen. Wir deuten den Gang durch einige Fragen und Aufgaben an.

Denket euch, der vor euren Augen liegende Horizont sei der Horizont eines Punktes auf dem Aequator! Zeiget nun den Ort, wo alsdann der Nordpol, wo der Südpol des Himmels gesehen wird! die Lage des Aequators! des Scheitelpunktes! der Wendekreise! den Auf- und Untergangspunkt der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December! die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizont beschreibt! die Winkel, unter welchen sie auf- und untergeht! den Abstand ihrer Culminationspunkte vom Zenith an den genannten Tagen! die Bogen, in welchen die Culminationspunkte während des Frühlings, des Sommers, des Herbstes, des Winters liegen! die Richtung des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes oder des eigenen Körpers Mittags 12 Uhr am 21. März,

21. Juni, 23. September, 21. December! die Richtung des Schattens des Stabes an diesen Tagen früh um 6 und Abends um 6 Uhr! die Bewegung der Sterne! den täglichen Lauf der Zeichen des Widders und der Wage! des Krebses und des Steinbocks! die Lage der Ekliptik über dem Horizont an den Tagen des Anfangs der Jahreszeiten Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! die senkrechte Sphäre!

Horizont des Nordpolbewohners! Es wird gezeigt: der Ort des Nord- und Südpols; die Lage des Aequators; des Scheitelpunktes; der Wendecirkel; die Bewegung der Sonne am 21. März und 21. September, vom 21. März an bis zum 21. Juni, vom 21. Juni bis 23. September und von da an weiter; der Abstand der Sonne vom Zenith an diesen Tagen; die Bewegung des Schattens eines senkrecht auf dem Horizonte errichteten Stabes! die Bewegung der Sterne; die Bewegung der über dem Horizont liegenden Zeichen des Thierkreises! die parallele Sphäre!

(Achtung gegeben! Zeiget mir an dem Horizonte des Nordpolbewohners die Cardinalpunkte, den Ost-, West-, Süd- und Nordpunkt! die Weltgegenden!!)

Horizont von Berlin. Zeiget den Horizont — die Cardinalpunkte desselben — die Weltgegenden — das Zenith — den Meridian — den Ort des Nord- und Südpols — die Lage des Aequators, der Wendecirkel — die Auf- und Untergangspunkte der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December — die Winkel, unter welchen sie aufgeht — die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizont beschreibt — die Culminationspunkte an denselben — deren Abstände vom Südpunkte, vom Zenith — die Polhöhe, die Zenithentfernung des Nordpols — die Aequatorhöhe — dessen Entfernung vom Zenith — einen oder mehrere Bogen, die $52\frac{1}{2}^{\circ}$ groß sind — andre, die $37\frac{1}{2}^{\circ}$ groß sind — einen Bogen von 14°, $23\frac{1}{2}^{\circ}$, 61°, 90° — die Lage des Schattens eines senkrecht auf dem Horizont errichteten Stabes Mittags 12 Uhr — die schiefe Sphäre — die Bewegung der Sterne — den Ort der scheinbar am schnellsten und am langsamsten sich in 24 Stunden um die Erde drehenden Sterne — den Raum, wo die nicht untergehenden (Circumpolar-) Sterne stehen — den Raum, wo die nicht aufgehenden sich befinden — den Raum, wo die auf- und untergehenden zu finden sind u. s. w.

2) Vergleichung der Erscheinungen über den drei Horizonten.

Folgende und ähnliche Fragen sind zu beantworten:

Welches ist die Lage des Aequators gegen jeden der 3 Horizonte? die Stellung des Nord- und Südpols des Himmels gegen jeden? die Entfernung des Zeniths vom Nord- und Südpol? die Lage der Wendecirkel? deren Entfernung vom Zenith und von den Horizonten? die Winkel, unter welchen Sonne, Mond und Sterne aufgehen? die Sphären? die Schatten? die Länge der Tage und Nächte? die Lagen der Ekliptik? die Zahl (!) der auf- und untergehenden Sterne? u. s. w.

3) Zeichnungen! Die Schüler nehmen ihre Tafeln und Griffel zur

Hand und stellen Folgendes durch Zeichnungen dar! Von einem oder mehreren geschieht es an der Schultafel.

Zeichnet:

a) die Bewegung der Gestirne auf der östlichen Seite des Meridians für den Horizont des Aequators, des Nordpols, Berlins.

Siehe Fig. 10., 11. und 4.

In Fig. 10. bedeutet SN den Horizont des Aequatorbewohners, S den Süd-, N den Nordpol, AE ist der Aequator, KR der Wendekreis des Krebses, ST der Wendekreis des Steinbocks; beide durchschneiden den Horizont senkrecht.

In Fig. 11. stellt AE den Aequator und den Horizont des Polbewohners vor. N ist der Nordpol des Himmels. Um denselben geschehen in Kreisen, parallel mit AE, die Bewegungen der Gestirne. WK ist der Wendekreis des Krebses.

Fig. 4. repräsentirt die Bewegungen für einen Ort in mittleren Breiten wie B.

b) Die scheinbare Bewegung der Sonne in den 4 Jahreszeiten für die 3 wahren Horizonte, von einem Punkte aus, senkrecht über dem Zenith eines jeden, gesehen.

Fig. 12, 13, 14.

Fig. 12. für den Horizont des Aequatorbewohners.

SZN stellt den Meridian dar, OW den Aequator, KR den Wendekreis des Krebses, BC den des Steinbocks. Vom 21. März an bis zum 21. Juni bewegt sich die Sonne täglich zwischen OW und KR, vom 21. Juni an rückwärts von KR nach OW u. s. w. OK = $23\frac{1}{2}°$.

Fig. 13. für den Horizont des Nordpolbewohners.

N ist der Nordpol, der äußere Kreis der Aequator. Ueber denselben kommt die Sonne am 21. März herauf und beschreibt über demselben eine Spirallinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis, in der Figur den kleineren, beschreibt. Dann kehrt sie in einer Spirallinie zurück, bis sie nach dem 23. September unter dem Aequator = Horizont verschwindet, um ihn nach einem halben Jahre, am 21. März, wieder zu erreichen.

Fig. 14. für den Horizont Berlins.

SZN ist der Meridian, Z das Zenith, P der Nordpol, OW der Aequator, KR der nördliche, BC der südliche Wendekreis. Bogen Sa = $37\frac{1}{2}°$, Sb = 14°, Sc = 61°. Die Aufgangspunkte der Sonne liegen im Sommerhalbjahre zwischen OK, im Winterhalbjahre zwischen OB. OK ist, weil der Horizont den Aequator schief durchschneidet, > $23\frac{1}{2}°$, nämlich 41° groß.

Sollten die täglichen Bewegungen der Sterne, namentlich der um den Nordpol P herumstehenden, in der Figur dargestellt werden, so müßte es durch kleinere und größere Kreise geschehen, deren gemeinsamer Mittelpunkt P ist. Zwischen P und N stehen diejenigen, welche nicht untergehen.

4. Weitere Folgerungen.

Wir entwerfen Fig. 15.

Der kleinere Kreis stelle die Erd-, der größere die Himmelskugel vor; NS die Himmels-, ns die Erdachse; AE den Himmels-, ae den Erdäquator; BK die Ekliptik; WK den nördlichen Wendekreis des Himmels, wk den der Erde; BO den südlichen Wendekreis des Himmels, bo den der Erde. Wir denken uns auf der Ebene der Ekliptik BK im Mittelpunkt der Erde x ein Loth errichtet bis zum Himmel, LP, an der Himmelskugel die Kreise PG und LH, auf der Erdkugel die entsprechenden pg und lh gezogen. Besinnen wir uns, was durch die Figur noch ausgedrückt wird!

1. $PK = 90°$, $NE = 90°$, folglich $NP = EK = 23\frac{1}{2}°$. Ebenso ist $LS = 23\frac{1}{2}°$. P und L sind die Pole der Ekliptik. Die Pole der Ekliptik sind folglich $23\frac{1}{2}°$ vom Nord- und Südpol des Himmels, den Polen des Aequators und aller mit ihm parallel gezogenen Kreise, entfernt. Die Punkte P und L beschreiben bei dem täglichen Umschwung des Himmels die Kreise PG und LH, welche Polarcirkel oder Polarkreise des Himmels genannt werden. Ihnen entsprechen die Polarkreise pg und lh der Erde, die also auch $23\frac{1}{2}°$ von dem nächsten Pol der Erde entfernt sind.

Der Aequator der Erde liegt in der Ebene des Aequators des Himmels, dieser ist die Erweiterung von jenem. Aber die Wende- und Polarkreise der Erde fallen nicht (wie Anfänger oft meinen) mit den Wende- und Polarkreisen des Himmels zusammen, sondern sind denselben parallel.

xk liegt in der geraden Linie xK, xw in xW, xp in xP u. s. w. Der Punkt k liegt senkrecht unter K, oder K ist Zenith für k, P für p u. s. w. Die Zenithe der Orte der Erde, welche auf dem nördlichen Wendekreis der Erde liegen, finden sich in dem nördlichen Wendekreis des Himmels; ebenso liegen die Orte auf pg senkrecht unter entsprechenden von PG u. s. w.

Unter Parallelkreisen des Himmels und der Erde versteht man Kreise, welche mit dem Aequator parallel gezogen sind. Durch jeden Punkt der Oberfläche des Himmels und der Erde kann man einen solchen Parallelkreis gezogen denken. Die Wende-

und Polarkreise sind die Haupt-Parallelkreise. Die des Himmels theilen die Oberfläche des Himmelsgewölbes, die der Erde die Oberfläche der Erde in fünf Theile, Zonen genannt. Die fünf Erdzonen sind: die Zone zwischen den Wendekreisen, auf beiden Seiten des Aequators, 47° breit, die heiße Zone, in welcher die sogenannten tropischen Gegenden liegen; die zwei Zonen zwischen den Polen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die kalten Zonen, innerhalb welcher die Polargegenden liegen, die nördliche (nicht nördlich) kalte Zone, die südliche (nicht südlich — warum nicht?) kalte Zone, deren Gränzen von ihrem Pole $23\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernt sind; die zwei Zonen zwischen den Wendekreisen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die nördliche gemäßigte und die südliche gemäßigte Zone, in welchen die gemäßigten Gegenden liegen. Jede ist 43° breit. Man rechnet wohl auch 6 Zonen, indem man die heiße für zwei rechnet, die nördliche heiße, die südliche heiße Zone. Alsdann liegen auf der nördlichen Erdhalbkugel die 3 Zonen: die nördliche heiße, die nördliche gemäßigte, die nördliche kalte; auf der südlichen Halbkugel: die südliche heiße, die südliche gemäßigte, die südliche kalte Zone.

Warum sie so heißen, lehrt ein Blick auf die Figur. Erfahrungsmäßig hängt, unter übrigens gleichen Umständen, die Wärme des Erdbodens und der Luft, die Temperatur und das Klima, davon ab, ob die Sonnenstrahlen den Erdboden senkrecht oder schief, mehr oder weniger schief treffen. Je mehr der Sonnenstrahl eine Richtung hat, die sich der lothrechten nähert, desto mehr, je weniger, desto weniger Wärme entwickelt sich im Erdboden und in der Luft.

Diejenigen Gegenden, welche den senkrechten Sonnenstrahl empfangen, liegen zwischen den Wendekreisen. Orten, welche auf den Wendekreisen liegen, erscheint die Sonne einmal im Jahre im Scheitelpunkt; Orte, welche zwischen ihnen liegen, trifft der Sonnenstrahl zweimal des Jahres senkrecht.

Alle andern Orte der Erdoberfläche werden von den Sonnenstrahlen nur schief getroffen, je weiter von dem Aequator entfernt, desto schiefer; am schiefsten die Pole. Die Bewohner des Aequators sehen die Sonne zu Mittag zweimal des Jahres, am 21.

März und am 23. September, im Scheitelpunkte, während des Sommerhalbjahres der nördlichen Halbkugel, zwischen den eben genannten Tagen, nördlich vom Scheitelpunkte, während des Winterhalbjahres der nördlichen Halbkugel oder des Sommerhalbjahres der südlichen südlich vom Scheitelpunkte. Den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone steht die Sonne, wenn sie culminirt, immer gegen Süden, denen der südlichen gemäßigten Zone stets gegen Norden. Den (möglichen) Bewohnern des Nordpols steht die Sonne immer, nicht bloß des Mittags (wann ist es daselbst Mittag?), gegen Süden, denen des Südpols gegen Norden.

Auf dem Aequator sind die Tage und Nächte das ganze Jahr hindurch gleich lang, immer 12 Stunden lang. Dieses zeigt ein Blick auf die Figur. NS ist z. B. der Horizont für den Ort a. Da die Himmelskugel sich alle 24 Stunden um die Erdkugel herumschwingt und die Sonne täglich einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, die Hälfte aller Parallelkreise über NS, die andre Hälfte derselben aber unter NS liegt, so verweilet die Sonne eben so lange über, als unter dem Horizonte, d. h. Tag und Nacht dauern stets 12 Stunden.

Nicht so verhält es sich z. B. mit dem Orte k. An seinem längsten Tage beschreibt die Sonne den Kreis KW, an seinem kürzesten BO. PL stellt seinen Horizont dar. An jenem liegt rK, mehr als die Hälfte von KW, an diesem liegt mO, weniger als die Hälfte von BO, über seinem Horizont. Die Figur zeigt deutlich, wie mit der Entfernung von E nach K zu die Tage zunehmen, mit der Entfernung von E nach O abnehmen.

Je weiter ein Ort vom Aequator entfernt ist, desto mehr nimmt der Unterschied in der Länge der Tage und Nächte zu. Wir wissen schon, daß auf den Polen ein Tag herrscht, der 6 Monate dauert. Die Figur zeigt es.

Die Sonne erleuchtet in jedem Augenblick die Hälfte der Oberfläche der Erdkugel, die ihr zugekehrte Hälfte. Steht sie in K, so bescheint sie den Raum lkp, und so lange sie nördlich von AE steht, scheint sie über n hinaus. n hat also 6 Monate Tag, und die Sonne scheint, wenn sie im nördlichen Wendekreise

steht, über n hinaus bis nach p. Ein Ort, der auf dem nördlichen Polarkreise liegt, hat dann einen Tag von 24 Stunden; ein Ort, der innerhalb des nördlichen Polarkreises liegt, hat einen Tag (wenn man so sagen kann) von mehr als 24 Stunden Länge: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Monat lang.

Allen Orten dagegen, welche zwischen den beiden Polarkreisen liegen, geht die Sonne alle 24 Stunden auf und unter; je näher ein Ort einem Polarkreise liegt, desto größer ist der Unterschied zwischen der Länge der Tage und Nächte. In Berlin dauert der längste Tag, am 21. Juni, beinahe 17 Stunden (16 Stunden 45 Minuten); die Sonne geht folglich nach 3 Uhr Morgens auf, gegen 9 Uhr Abends unter. Der kürzeste Tag dauert etwas mehr als 7 Stunden. Die Sonne geht folglich am 21. December nach 8 Uhr Morgens auf, vor 4 Uhr Abends unter.

Einer der bisherigen Betrachtungen liegt eine Wahrheit zu Grunde, die noch besonders hervorgehoben zu werden verdient. Wenn ein Mensch auf dem Erdäquator, z. B. in a steht, so ist NS sein wahrer Horizont, er sieht die Pole im Horizonte. Er ist 0° vom Aequator entfernt und die Pole erheben sich 0° über seinen wahren Horizont.

Steht dagegen ein Mensch in n im Nordpol, wo er 90° vom Aequator entfernt ist, so ist der Pol N auch 90° über seinem wahren Horizont AE erhaben. Die Entfernung eines Ortes vom Aequator, in Graden des Meridians ausgedrückt, nennt man die geographische Breite. Auf dem Aequator und den Polen ist also die geographische Breite der Erhebung des Pols über den Horizont gleich. Sehen wir zu, ob der Satz: die geographische Breite ist gleich der Polhöhe — allgemein, d. h. für jeden Punkt auf der Erdoberfläche gilt! Entfernen wir uns von a aus einen Meridiangrad nordwärts, so ist SN unser Horizont nicht mehr, sondern derselbe liegt, da wir uns einen Grad von a nordwärts entfernt haben, auch einen Grad tiefer als N. Setzen wir diese Entfernung vom Aequator nordwärts fort, so senkt sich der Horizont unsres jedesmaligen Standpunktes so tief unter N, als man sich von a entfernt hat. Sind wir bis w gekommen, so ist GH der Horizont; aw ist $=23\frac{1}{2}^{\circ}$ und GN auch $=23\frac{1}{2}^{\circ}$. Kommen wir in p an, so ist BK der wahre

Horizont. Unsre Entfernung vom Aequator, ap, ist $=66\frac{1}{2}^0$, und die Erhebung des Pols N über den Horizont, d. h. NK, ist $=66\frac{1}{2}^0$. So erkennen wir die allgemeine Wahrheit des wichtigen Satzes, daß die Polhöhe eines Ortes seiner geographischen Breite gleich ist.

$$\left.\begin{matrix}\text{Bogen na}\\ \text{np}+\text{pa}\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}90^0\\ \text{pk}\\ \text{np}+\text{nk}\end{matrix}\right.$$

$$\text{pa} = \left\{\begin{matrix}\text{nk}\\ \text{NK.}\end{matrix}\right.$$

Oder:

$$\left.\begin{matrix}\text{nxa}\\ \text{nxp}+\text{pxa}\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}\text{R}\\ \text{pxk}\\ \text{nxp}+\text{nxk}\end{matrix}\right.$$

$$\text{nxp} = \text{nxp}$$

$$\text{pxa} = \text{nxk.}$$

Es giebt eine doppelte geographische Breite, eine nördliche und eine südliche. Die größte geographische Breite haben die Pole, $=90^0$. Die Bewohner der Wendecirkel haben gleiche, nur entgegengesetzte geographische Breite u. s. w.

Daß die geographische Breite eines Ortes seiner Polhöhe gleich ist, giebt ein sehr einfaches Mittel an die Hand, die Entfernung eines Ortes vom Aequator zu messen, eine Aufgabe, deren Lösung nicht bloß für die Entwerfung der Landkarten, sondern für ein Schiff auf dem Ocean von größter Wichtigkeit ist. Man braucht nur die Erhebung des Pols über den Horizont des Ortes zu messen, d. h. für p z. B. den Bogen NK. Wie findet man diesen?

Nichts wäre leichter als dieses, wenn man den Ort des Pols genau wüßte, wenn z. B. ein Stern genau in demselben stände. Da dieses nicht der Fall ist, so hilft man sich auf diese Weise:

Man wählt sich einen nicht untergehenden Stern (einen Circumpolarstern), beobachtet ihn in dem Augenblick, wo er in den Meridian tritt, z. B. (Fig. 4.) in K, und mißt seine Höhe CK, z. B. $=64^0$.

Man weiß, daß derselbe Stern nach 12 Stunden abermals culminirt, auf der andern Seite von dem Nordpol N, in P.

Man mißt wiederum seine Höhe CP, z. B. $=78^{\circ}$. Alsdann ist $\left.\begin{matrix} CP-CK \\ PK \end{matrix}\right\} = 78^{\circ}-64^{\circ}=14^{\circ}$; folglich

$\frac{PK}{2}=NK=\frac{14^{\circ}}{2}=7^{\circ}$. Also des Ortes E Polhöhe

$CN=CK+KN=64^{\circ}+7^{\circ}=71^{\circ}$. Oder

$CN=CP-NP=78^{\circ}-7^{\circ}=71^{\circ}$. Zusammengefaßt und wiederholt!

Diese Methode setzt eine Nacht voraus, in der man nicht nur die Sterne sehen, sondern sie auch 2mal den Meridian passiren sehen kann, d. h. eine helle Winternacht. Es giebt noch andre Weisen, die Polhöhe eines Ortes und dadurch seine Entfernung vom Aequator zu finden; aber das Bisherige reicht hier für uns hin.

Da alle Orte, welche auf demselben Parallelkreise liegen, gleiche Entfernung vom Aequator, folglich auch gleiche Polhöhe haben, so findet man durch die Polhöhe eines Ortes nichts mehr, als den Parallelkreis, auf welchem der Ort liegt. Seine bestimmte Stelle auf der Erdoberfläche weiß man also dadurch noch nicht. Um diese zu wissen, muß noch etwas Anderes hinzukommen, was uns die Folge lehren wird.

Zusatz. Ueber die 30 (astronomischen oder geographischen, nicht physischen*)) Klimate auf jeder Halbkugel.

Auf dem Aequator dauert jeder Tag des Jahres 12 Stunden, auf den Polen dauert der eine Tag des Jahres 6 Monate, auf den Polarkreisen dauert der längste 24 Stunden. Diese 3 Gegenden sind in Betreff der Klimate die Cardinal-Gegenden.

Entfernt man sich nord- oder südwärts vom Aequator, so kommt man bald an einen Ort, wo der längste Tag $12\frac{1}{2}$ Stunden dauert. Legt man durch ihn einen Parallelkreis mit dem Aequator, so liegt zwischen beiden eine kleine Zone, welche das erste (geographische) Klima bildet. Das 2te Klima, nord-

*) Das physische Klima eines Ortes hängt noch von andern Umständen ab, als von der geographischen Breite (und Länge), auch von der Erhöhung des Bodens über der Meeresfläche, der Bodenbeschaffenheit, der Umgebung u. s. w. Deshalb nehmen die Verfasser der physikalischen Geographie oft mehr oder weniger (physikalische) Zonen und Klimate an, als die Verfasser der mathematischen Geographie.

und südwärts, liegt zwischen Parallelkreisen, auf welchen der Unterschied der längsten Tage wieder ½ Stunde beträgt. Da nun die Unterschiede der Tage auf dem Aequator und den Polarkreisen 12 Stunden oder 24 halbe Stunden betragen, so erhält man auf diese Weise von dem Aequator bis zu den Polarkreisen 24 Klimate. Von da an läßt man die Tage jedes Mal um einen ganzen Monat steigen, bis zu den Polen, wo der Tag 6 Monate dauert. Dieses giebt im Ganzen für jede Halbkugel 24+6=30 Klimate.

Folgende Zusammenstellung über die Länge der längsten Tage (und Nächte), unter verschiedenen Breitengraden, erleichtert die Uebersicht:

Längster Tag.	Geogr. Breite.	Längster Tag.	Geogr. Breite.
12 Stunden	0° 0′	20 Stunden	63° 23′
12½ "	8° 34′	20½ "	64° 11′
13 "	16° 44′	21 "	64° 50′
13½ "	24° 12′	21½ "	65° 23′
14 "	30° 49′	22 "	65° 57′
14½ "	36° 32′	22½ "	66° 8′
15 "	41° 24′	23 "	66° 22′
15½ "	45° 33′	23½ "	66° 30′
16 "	49° 3′	24 "	66° 32½′
16½ "	52° 0′	30 Tage	67° 19′
17 "	54° 31′	60 "	69° 34′
17½ "	56° 39′	90 "	73° 5′
18 "	58° 28′	120 "	77° 38′
18½ "	60° 0′	150 "	82° 55′
19 "	61° 19′	180 "	88° 38′
19½ "	62° 26′	6 Monate	90° 0′

Der Fortschritt in den Tageslängen ist von 12 bis 24 Stunden immer zu ½ Stunde, also gleich, angenommen. Der Fortschritt der geographischen Breite ist dagegen nicht gleich. Zu Anfang beträgt er im Durchschnitt, d. h. ganzen Zahlen 8°, dann 6°, 5°, 4°, 3°, 2°, 1°, dann nur Minuten, nimmt also bis zu den Polarkreisen fortwährend ab. Nehmen wir den Fortschritt der Tage dann zu 30 an, so ist der damit verbundene Fortschritt der Breiten: 1°, 2°, 4°, 5°, 6°, nimmt also zu.

Die Länge der längsten Tage ist im Allgemeinen der Länge

der längsten Nächte gleich, aber nicht genau. Vielmehr wird die Länge der Tage durch zwei Umstände erhöht, weshalb es an einem und demselben Orte in Summa mehr als ½ Jahr Tag (hell) ist. Die Sonne ist kein leuchtender Punkt, sondern ihre Scheibe hat im Mittel einen scheinbaren Durchmesser von 32′, ihr Mittelpunkt steht daher 16′ unter dem Horizont, wenn der obere Rand auf- oder untergeht. Darum wächst jede Tageslänge um so viel Zeit, als ein Punkt Zeit gebraucht, um von 0° Höhe bis zu —16′ zu sinken.

Dazu kommt noch die Strahlenbrechung (Refraction), welche einen leuchtenden Punkt am Horizonte im Durchschnitt scheinbar um 36′ *) erhöht. 16′+36′=52′. Die Zeit, welche die Sonne gebraucht, um diese 52′ zu durchlaufen, ist in verschiedenen Breiten verschieden, auf dem Aequator am kleinsten, nämlich 3½ Zeitminuten, auf den Polen dagegen 53 Stunden, etwa 2⅓ Tag, woher es kommt, daß man auf den Polen einen Theil der Sonne ungefähr 5 Tage (5mal 24 Stunden) länger sieht, als sonst der Fall sein würde. Wieder ein Umstand, welcher die lange Polarnacht verkürzt. Er in Verbindung mit der Dämmerung (s. oben!) bewirkt es, daß die Polarnacht nicht länger dauert als 76 oder 77 unsrer Tage. Auch bewirkt die Refraction den merkwürdigen Umstand, daß man auf dem Nord- und Südpol zu gleicher Zeit über den Horizonten (welche beide mit dem Aequator zusammenfallen) die Sonne erblicken kann.

Aufgaben: 1) Machet auf einem Kreise, welcher einen Meridian vorstellt, die 30 Klimate einer jeden Halbkugel sichtbar! 2) Stellet den Aequator durch einen Kreis dar, und zeichnet in denselben durch concentrische Kreise die 30 Klimate der nördlichen Halbkugel!

Fragen. Wo liegt der Ort auf der Erde, dessen längster Tag 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welcher von den 5 Hauptzonen liegen die Orte, deren längster Tag 18 bis 23 Stunden dauert? Wo liegen die Orte, deren längste Nacht 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welchen Zonen liegen Orte, die eine mehrmonatliche Nacht haben? In welcher Gegend liegen die Orte, welche den allerkürzesten Tag haben? die allerkürzeste Nacht? Wie viel Stunden scheint jedem Orte auf der Erde, wenn man alle Stunden des Tageslichtes während des ganzen Jahres zusammenzählt, die Sonne? Kommt dabei ein Ort zu kurz?

Welche Orte haben 4, welche nur eine Weltgegend? Wehen an allen Orten auf der Erde Ost-, West-, Süd- und Nordwinde? Wo wehen nur Nord-, wo nur Südwinde? Welche Polhöhe haben die, die nur eine Welt-

*) Nach Andern 34′. Die Refraction ist aber nicht immer dieselbe, sondern wegen Verschiedenheit der Luft bald größer, bald kleiner. (Siehe später!)

gegend haben? Wie verhalten sich die Polhöhen zweier Orte, die genau ost- und westwärts von einander liegen? Wie groß ist der Unterschied der geographischen Breiten zweier Orte, die auf derselben Halbkugel genau nord- und südwärts von einander liegen?

Kann jeder nicht untergehende Stern zur Bestimmung der Polhöhe eines Ortes genommen werden, wenn man sich der oben angegebenen Methode bedienen will? Oder muß der Stern innerhalb eines gewissen Raumes stehen, und wo?

Haben die 30 geographischen Klimate gleiche Breite? Warum ist das physische Klima vom geographischen oft sehr verschieden? Im wie vielsten geographischen Klima liegt Berlin, wo der längste Tag 16 Stunden 45 Minuten dauert?

3. Die Größe der Erde.

Unter der Größe der Erdkugel kann man nur ihre Ausdehnung, d. h. den Raum verstehen, welchen sie einnimmt. Eine Kugel ist ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen, die gewöhnlich Länge, Breite und Dicke oder Höhe genannt werden. Da nun eine Kugel als Körper auch diese drei Ausdehnungen hat, so fragt sich, welche derselben an ihr die Länge, welche die Breite, welche die Dicke heißt. Das Letztere ist am deutlichsten; unter der Dicke versteht man die Größe eines Durchmessers. Dieser ist eine gerade Linie, eine Linie hat nur Länge; folglich könnte man die Dicke auch Länge nennen. Kurz, die Ausdrücke Länge, Breite und Dicke passen nicht recht auf die Kugel, obgleich man, wenn man im Mittelpunkte drei gerade Linien, nämlich Durchmesser, senkrecht auf einander errichtet, die eine die Länge, die zweite die Breite, die dritte die Dicke nennen kann. Alle drei sind an Länge der Ausdehnung einander gleich. Die Größe des Durch- oder Halbmessers bestimmt die Größe der Kugel. Diese wird noch auf zwei andre Weisen bestimmt oder gemessen: nach der Größe ihrer Oberfläche und nach der Größe des Raumes (Cubikinhaltes), den sie einnimmt. Unter der Größe einer Kugel kann man daher die Länge des Halb- oder Durchmessers, die Größe der Oberfläche (den Oberflächen-Inhalt) und die Größe des Würfelinhaltes verstehen.

Die meisten der jungen Leser wissen schon, daß die eine dieser drei Größen die beiden andern bestimmt. Aus der einen kann

man die beiden andern durch eine leichte Rechnung finden. Will man daher die Größe einer Kugel, d. h. Länge des Halb- oder Durchmessers, Oberflächen- und Cubikinhalt derselben, wissen, so hat man nur eine dieser Größen zu suchen.

Es kommt nun darauf an, welche von ihnen wir unmittelbar von der Erdkugel finden können.

Den Cubikinhalt würden wir haben, wenn wir wüßten, wie oft ein bekannter Cubus oder Würfel, z. B. eine Cubikruthe, Cubikmeile, in ihr enthalten ist. Der Oberflächen-Inhalt wäre bekannt, wenn wir wüßten, wie viele Quadratruthen oder Quadratmeilen sich aus der Oberfläche herausschneiden ließen. Und die Länge des Halbmessers wäre bekannt, wenn wir sie nach Längenruthen oder Meilen bestimmen könnten.

Die Erdkugel in Cubikmeilen zu zerlegen, oder die gerade Linie von der Oberfläche, auf der wir uns befinden, bis zum Centrum der Erde zu messen — wir brauchen es nur zu überlegen, um die Unmöglichkeit von Beidem einzusehen. Es bleibt also nur der Gedanke an die Bestimmung der Ausdehnung der Oberfläche übrig. Aber wie dieses vollziehen, nicht nur wegen der großen Ausdehnung der Oberfläche, ihrer Höhen und Tiefen, sondern wegen der großen Meeresflächen? Auch dieses müssen wir für unmöglich erklären.

Da fällt uns aber noch zum Glücke ein, daß eine Kugel auch einen Umfang hat, der durch die Länge der Peripherie eines größten Kreises, d. h. eines solchen, dessen Halbmesser der Radius der Kugel ist, gemessen wird. Wie wäre es, wenn wir diesen Umfang messen könnten? Z. B. den Umfang des Aequators oder eines Meridians?

Ja wenn wir nur einen Theil eines solchen größten Kreises messen könnten, und wüßten, der wie vielste Theil er von dem ganzen Umfang wäre! Denn der Umfang bestimmt die Länge des Halbmessers — die Aufgabe wäre gelöset.

Erinnern wir uns zu dem Ende, daß, wenn wir uns in der Richtung eines Meridians nordwärts bewegen, ein Stern sich gerade um eben so viel Grade mehr am Himmel über den Horizont erhebt, als wir uns auf dem Meridian der Erde fortbewegt haben. Messen wir daher jene Grade, was durch ein ein-

faches Winkelinstrument geschehen kann, und messen wir zugleich mit einem Längenmaaß, z. B. einer Ruthe, die Länge des Weges, den wir auf der Erde zurückgelegt haben, so wissen wir aus der ersten Messung, wie viel Grade des Meridians, d. h. eines größten Kreises, wir zurückgelegt haben, und aus der zweiten Messung, wie lang diese Grade in Ruthen oder Meilen sind.

Solche Messungen sind wirklich vorgenommen worden, in Frankreich, England, Peru, Lappland und an andern Orten. Man nennt sie Gradmessungen. Sie setzen große Geschicklichkeit und Genauigkeit voraus. Gelehrte Männer haben sie mit großer Anstrengung vollzogen und als Resultat gefunden, daß ein Grad eines Meridians im Durchschnitt 15 geographische Meilen — eine geographische Meile hat 23640, eine preußische 24000 rheinländische Fuß — lang ist.

Damit ist die ganze Aufgabe gelöset. Denn alles Uebrige ist ein leichtes Rechenexempel, das wir anstellen wollen.

1. Wie lang ist nun der Umfang der Erde?

Antwort. Jeder Kreis hat 360°; da nun der Grad eines Meridians 15 geographische Meilen lang ist, so beträgt der Umfang der Erde 360mal 15 = 5400 geographische Meilen. Diese Länge hat jeder größte Kreis der Erde, folglich auch der Aequator. Wer also in der Richtung des Aequators oder eines Meridians oder eines beliebigen größten Kreises eine Reise um die Erde macht, hat 5400 geographische Meilen zurückgelegt. Rechnet man 10 Meilen auf den Tag, so dauert die Reise 540 Tage.

2. Wie weit sind wir von dem Mittelpunkte der Erde entfernt, wie groß ist der Halb- und Durchmesser der Erde?

Antwort. Die Geometrie lehrt, daß der Umfang eines Kreises sich zum Durchmesser ungefähr verhält = 22 : 7 = 314 : 100. Folglich ist ein Erddurchmesser $= \frac{100}{314} \cdot 5400 = 1719$ oder in runder Zahl 1720 geographische Längenmeilen. Folglich ist der Halbmesser $= \frac{1720}{2} = 860$ geographische Meilen lang, und so weit sind wir Bewohner der Erdoberfläche vom Centrum der Erde entfernt.

3. Wie groß ist die Oberfläche der Erde? *)

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß die Oberfläche einer Kugel gefunden wird, wenn man den Umfang ihres größten Kreises mit ihrem Durchmesser, versteht sich: die Zahlen, in welchen diese Längen ausgedrückt sind, mit einander multiplicirt. Die Oberfläche der Erde ist folglich $5400 \cdot 1720 = 9288000$ Quadratmeilen groß. Kaum der vierte Theil davon ist festes, bewohnbares Land. Man denke an das Verhältniß der Größe des festen Landes zu der Ausdehnung der Weltmeere und an die unbewohnbaren Theile der nördlichen kalten Zone!

4. Wie groß ist der körperliche Inhalt der Erdkugel?

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß man den Cubikinhalt einer Kugel erhält, wenn man die Oberfläche derselben mit dem sechsten Theil des Durch- oder dem dritten Theil des Halbmessers multiplicirt. Folglich ist der körperliche Inhalt der Erde $= \frac{9288000 \cdot 1720}{6} = 2659120000$ Cubikmeilen groß.

Zusatz 1. Die Leser werden bisher zweierlei gedacht haben: einmal, daß in vorstehenden Berechnungen nur runde Zahlen genommen sind, worin sie Recht haben; zweitens, daß die Erde als vollkommne Kugel angenommen worden, was sie doch wegen der auf ihrer Oberfläche befindlichen Höhen und Tiefen nicht ist, worin sie ebenfalls Recht haben.

Aber weicht ihre Gestalt wegen der Höhe der Berge und Gebirge bedeutend von der Kugelgestalt ab? Dieses hängt von der Höhe der Berge, nicht von ihrer absoluten Höhe, sondern von dem Verhältniß ihrer Höhe zur Länge des Erddurchmessers ab.

Nun

---

*) Wer stereometrische Berechnungen zu machen versteht, weiß, daß die Oberflächen der verschiedenen Zonen einander nicht gleich sind. Genaue (äußere und innere) Anschauung überzeugt auch davon.

Die Größe des Segments einer kalten Zone ist 0,041 der Erdoberfläche;
" " " " gemäßigten " " 0,260 " "
" " " " heißen " " 0,199 " "
0,500,

jede der gemäßigten Zonen ist also größer als eine der kalten und eine der heißen zusammen.

Nun hat der höchste bekannte Berg, der Dhawalagiri, in runder Zahl nicht mehr denn 27000 Fuß (Fuß!), der Chimborazo ist nur 20000 Fuß hoch. Da eine geographische Meile 23640 Fuß lang ist, so hat also der höchste Berg der Erde eine Höhe von wenig über $1\frac{1}{8}$ geographische Meile, ungefähr $\frac{1}{1500}$ des Erddurchmessers. Folglich weicht die Gestalt der Erde darum sehr wenig von der Gestalt einer vollkommnen Kugel ab. An einem Globus von 3 Fuß Durchmesser, der doch eine hübsche Größe hat, würde es kaum die Dicke des Papiers betragen, mit dem es beklebt ist.

Zusatz 2. Aber an einen andern Umstand haben die Leser nicht gedacht, wenn sie es nicht anderswoher wissen.

Diesen Umstand haben die genauen Gradmessungen an's Licht gebracht.

Man hat in Peru, in Lappland, in Frankreich u. s. w. Meridiangrade gemessen und gefunden, daß die Grade nicht genau gleich lang sind. Am Aequator sind sie am kleinsten, in Lappland, nicht sehr weit vom Pol, am größten, in Frankreich, überhaupt in mittleren geographischen Breiten, haben sie eine mittlere Länge.

Um ein Beispiel zu nennen: man hat (in runden Zahlen)
einen Grad am Aequator 56,700 französische Toisen
« « in Lappland 57,400 « «
« « in Frankreich 57,000 « «
lang gefunden. (Eine Toise = 6 Fuß.)

Dieses Resultat ist für sicher zu erachten. Andre Beobachtungen, die noch nicht hieher gehören, bestätigen es.

Die Leser müssen überlegen, was daraus folgt. Was folgert der Verstand daraus? Mit Augen sehen kann man es nicht. Wenn sie sich Kreise von verschiedenen, größeren und kleineren, Halbmessern denken, so werden sie es finden.

Jede Kreisperipherie hat 360 Grade; ein größerer Kreis hat längere, ein kleinerer kürzere Grade. Die Peripherie jenes ist mehr flach, als diese; der kleinere Kreis ist mehr krumm.

Wenn also die Grade der Meridiane ungleiche Länge haben, so muß die Erde da, wo die kleineren Grade sind, mehr krumm, da, wo die größeren Grade sind, mehr flach sein. Mit andern Worten: Die Oberfläche der Erde gehört am Aequator einem

kleineren, näher nach den Polen zu einem größeren Kreise an. Oder, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt: Die Erde ist an den Polen abgeplattet, sie hat eine pomeranzenförmige oder sphäroidische Gestalt (Sphäroid). Folglich ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators.

Um wie viel?

Genaue Berechnungen der Astronomen, auf den Grund der Gradmessungen angestellt, haben gezeigt, daß die Länge eines Durchmessers des Aequators sich zur Länge der Erdachse wie 287:286 (Andre nehmen das Verhältniß =284:283 an) verhält, daß die Erdachse der Theile, deren der Durchmesser des Aequators 287 enthält, 286 hat, oder daß die Erdachse um $\frac{1}{287}$ kleiner als der Aequator-Durchmesser. Wie viel Meilen beträgt dieser Unterschied?

Antwort: $\frac{1720}{287}=7$ Meilen ungefähr. Um so viel ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators; sie ist also in runder Zahl 1713 Meilen lang. (Andre berechnen den Unterschied zu 5 bis 6 Meilen *).)

In kleinem Maaßstabe läßt sich dieses nicht sichtbar machen. Aber ihr möget eine Zeichnung darüber entwerfen! Ein künstlicher Globus wird vollkommen rund gemacht. Nur auf manchen (Kummer'schen Relief-) Globen sind die Länder höher dargestellt als die Oceane, jedoch (der Anschaulichkeit wegen) in vergrößer-

---

*) Obige Verschiedenheiten rühren von dem Verhältniß her, das man annimmt. Poppe giebt in seiner ausführlichen physikalischen Geographie und Atmosphärologie den polaren Durchmesser zu 1714, den äquatorialen zu 1724, den Unterschied also zu 10 Meilen an. Dieses ist offenbar zu viel. Nimmt man das Mittel aus obigen Verhältnissen 286:285, so ist es so: Durchmesser des Aequators $=\frac{5400}{\pi}=1718{,}87..=1719$; Erdachse $=\frac{285}{286}\cdot 1718{,}87..=1712{,}86..$, die Abplattung also =6 Meilen. Nimmt man nach Andern das Verhältniß 306:305, so erhält man $\frac{305}{306}\cdot 1718{,}87$ =1713,27 für die Länge der Erdachse; der Unterschied ist dann noch nicht einmal 6 Meilen. — Nach neueren Berechnungen ist das Verhältniß 287:286 zu groß. Nach Hansen ist es =302:301 (genauer 302,02:301,02); nach Francoeur =305:304; nach Mädler =299:298.

tem Maaßstabe; aber die Abplattung ist nicht dargestellt, man muß sie sich denken.

Resultat: Die Erde ist eine Kugel, aber keine streng mathematische. Wegen der Berge und Tiefen weicht ihre Gestalt sehr wenig, wegen der Abplattung etwas mehr von der Kugelgestalt ab.

Frage: Woher rührt diese Abplattung? Welches ist ihre Ursache?

Der wißbegierige Mensch denkt gern über die Ursachen der Wirkungen nach. Die Abplattung der Erde ist eine Wirkung. Wirkungen setzen Kräfte voraus. Welches sind die Kräfte, oder welches ist die Kraft, durch deren Thätigkeit die Abplattung der Erde entstanden ist? Eine schwer zu beantwortende Frage!

Wir sehen uns nach andern Erscheinungen um, durch welche eine abgeplattete Kugel entsteht. Aehnliche Wirkungen deuten hin auf ähnliche Ursachen.

Wenn wir z. B. eine runde weiche Thonmasse schnell um einen Stab, der als ihre Achse angesehen werden kann, herumdrehen (auf einer Tret- oder Töpferscheibe): so bleibt die Thonmasse nicht rund, sondern sie nimmt eine pomeranzenförmige Gestalt an. An den Stellen, welche bei der Drehung am schnellsten umlaufen und die den Aequator derselben darstellen, erhebt sich die Masse, so daß ein Durchmesser dieses Aequators länger wird als die Achse, um die sich die Thonmasse dreht.

Ist die Erde auf dieselbe Weise, durch dieselbe Kraft eine abgeplattete Kugel geworden?

Wenn ja, so müßten wir auf zwei Ursachen schließen: 1) daß die Erde ursprünglich sich in einem weichen Zustande befunden habe; 2) daß sie sich um die gerade Linie, welche die Pole verbindet, d. h. um ihre Achse herumgedreht habe, oder noch herumdrehe.

Daß das Erste stattgefunden habe (jetzt ist es bekanntlich nicht mehr der Fall), behaupten die Naturforscher, die Kenner des Innern der Erdrinde, die Geologen; ob es mit dem Andern, der wirklichen Drehung der Erde um ihre Achse, ebenfalls seine Richtigkeit habe — dieses bedarf der nähern Untersuchung. Das Folgende wird uns den Aufschluß darüber bringen.

4. Die Bewegung der Erde um ihre Achse (die Achsendrehung).

Wie wir wissen, besteht die tägliche Bewegung der Himmelskörper darin, daß sich alle mit einander, ohne irgend eine Ausnahme, auch fast in gleicher Zeit, d. h. in 24 Stunden, um eine gerade Linie drehen, welche den Nordpol des Himmels mit dem Südpol verbindet und Himmelsachse genannt wird. So lehrt es der Augenschein; so haben es unsre Väter gesehen, so werden es unsre Enkel wahrnehmen.

Dem sinnlichen Menschen kommt nicht leicht ein Zweifel an der Richtigkeit dessen, was er mit den Sinnen wahrnimmt. Aber dem Denkenden! Das Nachdenken bringt den Fortschritt in den Wissenschaften, wie in dem Leben. Ein einziger Fortschritt, ein neuer Gedanke, eine neue Beobachtung, kurz irgend eine neue Zuthat zu der bisher erbeuteten Summe der Erkenntnisse, führt nicht selten zu einer ganz andern Art der Auffassung der Dinge. Darum sage Keiner, daß es unbedeutende, oder gar schädliche Wahrheiten, nützliche Irrthümer gebe. Es ist ein schnöder Gedanke. Jede Wahrheit ist wichtig, aller Irrthum nachtheilig und verderblich; die Wahrheit zu publiciren, immer nützlich, immer zeitgemäß. Denn es giebt nichts Höheres als die Wahrheit.

Ueberlegen wir nur einmal kurz, was Alles dazu gehört, was Alles sein und bestehen muß, wenn sich der ganze Himmel wirklich alle 24 Stunden um die Erde wälzt, und ob die Sache dann noch für wahrscheinlich gehalten werden kann.

Sterne, die in dem Aequator stehen, haben bei der täglichen Bewegung die größte Geschwindigkeit, sie legen in derselben Zeit den größten Raum zurück. Je weiter von ihnen ab, desto langsamer, nahe an den Polen ganz langsam, die Pole selbst ruhend. Dieser Schein konnte so lange für Wahrheit genommen werden, so lange man meinte, daß die Sterne an einem blauen Firmamente festgeheftet seien, das sich mit ihnen von Osten gegen Westen um die Erde schwinge. Sobald man aber in Erfahrung brachte, daß die Sterne Weltkörper seien, in ganz verschiedenen Entfernungen von der Erde, größtentheils in ungeheuren Entfer-

nungen, von denen die lebhafteste Phantasie sich keine Vorstellung machen kann; sobald es gewiß wurde, daß die Sonne ein Körper sei, der die Größe der Erde millionenmal übertreffe; sobald man einsah, daß die Erde in allen übrigen Eigenschaften den Planeten Venus, Mars, Jupiter u. s. w. gleich sei, die sich um sich selbst drehen u. s. w.: konnte die Meinung einer Drehung des Himmels um die Erde nicht fortbestehen. Die Weltkörper müßten, ungeachtet ihrer verschiedenen Entfernungen, ungeachtet ihrer unermeßlichen Entfernungen, alle in derselben Zeit ihren Umlauf um die Erde vollenden, und zwar um die — mit ihnen (wenigstens einigen) verglichen — kleine, unbedeutende Erdkugel, also das Große um das Kleine, Alles um das Eine, das Glänzende um das Dunkle, die Sonne um die Erde? Welche Kräfte sollten, könnten das vollbringen?

Die Ansicht ließ sich nicht mehr halten, sie verschwand den denkenden Menschen unter den Händen. So geht es auch mit andern Wahrheiten, d. h. mit für wahr gehaltenen, aber falschen Ansichten, sie verschwinden erst Einem, dann Mehreren, nach und nach ganzen Zeitaltern. Man stemmt sich Anfangs dagegen, möchte gern noch das festhalten, was man so lange für wahr gehalten, woran alle unsre Vorfahren geglaubt haben — aber es ist nicht mehr möglich, wir können uns gegen den Fortschritt nicht verschließen, die Ueberzeugungen ändern sich trotz unsers Wunsches und Willens, und wir — mit ihnen.

Nicht, was du siehst oder zu sehen meinst, ist; die Sterne mit Sonne und Mond bewegen sich nicht um dich herum, du drehst dich selbst. Es ist ein großer, kühner Gedanke. Die Bewegung jener ist nur Schein, deine eigne Bewegung ist Wirklichkeit.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre eigne Achse, und zwar in der, der scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes entgegengesetzten Richtung, von Abend gegen Morgen, von Westen gegen Osten.

Versuchen wir es einmal mit dieser Ansicht, ob mit ihr die Erscheinungen übereinstimmen, ob sich dieselben aus ihr erklären lassen, ob die Sache so einfach und natürlich wird. Das ganze Universum, das Große wie das Kleine, trägt den Charakter der Einfachheit an sich. Das Einfachste pflegt auch das Natürlichste zu sein.

Wir wissen es ja schon, daß der sinnliche Schein trügt. Wir bewegen uns sanft auf einem Nachen: das Ufer scheint sich zu bewegen. Der Nachen dreht sich sanft im Kreise herum, wir merken seine Bewegung nicht: das Ufer mit den Gegenständen darauf scheint sich in umgekehrter Richtung um uns zu bewegen.

Gerade so verhält es sich mit der Erde. Sie dreht sich von Westen gegen Osten um sich selbst, wie man zu sagen pflegt, es geschieht im Weltraume, ohne Anstoß gegen andre Körper, sanft, gleichmäßig, wir merken es nicht an uns und den Dingen auf der Erde; aber wir merken es an den Körpern am Himmel, die an der Bewegung nicht Theil nehmen, diese scheinen sich in umgekehrter Richtung um die Erde zu drehen, in derselben Zeit, in welcher diese sich wirklich dreht. Die Sache ist einfach und natürlich; so ist es. Anders kann es nicht sein. Alle bekannten Planeten bewegen sich von Abend gegen Morgen um ihre Achsen; die Sonne selbst dreht sich um ihre Achse: dasselbe gilt von der Erde.

Wir können es beweisen. Nur aus dieser Annahme (Hypothese) lassen sich andre Erscheinungen begreifen, erklären. Was sein muß, damit Anderes, was ist, bestehen könne, ist wirklich. Das sich Widersprechende muß vom Verstand verworfen werden; das Uebereinstimmende muß er für wahr halten.

Beweise für die Achsendrehung der Erde.

1. Die Abplattung der Erde an den Polen. Diese kennen wir schon. Ein weicher Körper, der sich um eine Achse schwingt, plattet sich an den Endpunkten der Achse ab. Die Erde hat sich an entgegengesetzten Punkten abgeplattet und sich — was man aus andern Erscheinungen weiß — ursprünglich in einem weichen Zustande befunden: folglich hat sie sich um die Achse gedreht (und warum sollte sie sich nicht noch drehen?). Die Abplattung rührt von der Achsendrehung her. Auch die übrigen, sich um die Achse drehenden Planeten sind an den Polen abgeplattet; je schneller sie sich drehen und je größer sie sind, desto mehr, z. B. Jupiter. Aus der Wirkung erschließen wir die Ursache, aus der Größe der Wirkung die Größe der Ursache.

Die Anziehungskraft ist in der Materie, in jedem Theil des Erdkörpers, auch im kleinsten. Vermöge derselben vereinigen sie

sich, bleiben zusammen, und nehmen, wenn sie durch andre Kräfte nicht daran gehindert werden und Ruhe oder Gleichgewicht eintreten soll, die Kugelgestalt an. Also die Erde. Dreht sich eine solche Kugel um eine Achse, so erhalten die Theile, welche am weitesten von der Achse entfernt sind, unter dem Aequator, die größere Geschwindigkeit seitwärts, dem Zug nach dem Mittelpunkte entgegen. Die Theile des Aequators legen in derselben Zeit den größten Weg zurück. Sie bekommen also auch durch die Drehung am meisten das Bestreben, sich von dem Centrum zu entfernen, eine das Centrum fliehende Kraft wird ihnen eigen, die Schwung- oder Fliehkraft (Centrifugalkraft). Dieser Schwungkraft folgen sie, je nach ihrem Verhältniß zur Schwerkraft; diese wird durch jene vermindert; die Theile des Aequators drücken also weniger nach dem Mittelpunkte, als die Theile von den Polen her, das Gleichgewicht ist in der zusammenhängenden weichen Masse gestört. Was den Theilen an Energie des Drucks abgeht, muß durch die Masse der Theile ersetzt werden, folglich werden sich die Theile an dem Aequator anhäufen, die Theile an den Polen werden dem Mittelpunkte näher rücken, d. h. die Erde muß sich abplatten.

Es ist geschehen. Daß es geschehen konnte, setzt einen weichen, chaotischen Zustand der Erde voraus. Folglich ist auch dieser gewiß. Und eben so gewiß, daß sich die Erde von Anfang an um eine Achse, und zwar um dieselbe, um die sie sich noch jetzt dreht, gedreht hat *). Manche Naturforscher haben, um das Vorhandensein ursprünglich tropischer Produkte in kalten Gegenden zu erklären, angenommen, die Erde habe sich ehemals um eine andre Achse gedreht. Aber dann müßte sie an andern Punkten abgeplattet sein; und wenn die jetzige Achsendrehung erst ein-

*) Ein rotirender Körper wälzt sich immer um die kleinste seiner Achsen. Man veranschaulicht dieses an einem Ei: möglicher Weise kann es auf die Spitze gestellt werden, aber es fällt bei der kleinsten Bewegung; es ruht nur auf der breiten Fläche. Eine andre Achse kann auch die Erde nicht gehabt haben; alle Erklärungsversuche daraus sind falsch.

Ob der angegebene Grund Stich hält? Ich glaube es nicht. Warum sollte sich nicht auch ein Ei um die längere Achse drehen können? Aber freilich würde sich, wäre seine Masse in flüssigem Zustande, sofort die Gestalt ändern. Folglich dreht sich ein aus dem chaotischen Zustande sich herausbildender Körper um die kleinste seiner Achsen.

getreten wäre, nachdem die festen Massen sich gebildet, so hätte sie sich an den Endpunkten ihrer jetzigen Achse nicht abplatten können.

(Aber wodurch ist diese Achsendrehung entstanden? Wer diese Frage thut, muß sie sich zu beantworten suchen. Der große Kant versucht eine Antwort darauf in seiner berühmten Abhandlung: „Naturgeschichte des Himmels" *).)

2. Directe Versuche. Benzenberg ließ im Innern des Michaelisthurmes in Hamburg von einer Höhe von 340 Fuß Bleikugeln herabfallen. Im Durchschnitt trafen sie ostwärts vom Fußpunkte des Bleilothes auf der Erde ein; was folgt daraus?

Wirken zwei Kräfte unter einem Winkel zugleich auf einen Körper, so geht er in einer mittleren Richtung (in der Richtung des durch die beiden Kräfte und den Winkel, den ihre Richtungen mit einander machen, gebildeten Parallelogramms). Dreht sich nun die Erde um ihre Achse von Westen gegen Osten, so haben alle mit der Erde verbundenen Körpertheile, folglich auch alle festen Gegenstände auf der Erdoberfläche, die Bewegung von Westen gegen Osten, und zwar eine desto größere, je näher sie dem Aequator liegen und je weiter sie sich von der Erdoberfläche entfernen. Die Spitze eines Thurmes hat z. B. eine größere Geschwindigkeit als der Fuß desselben. In dem Augenblicke, in dem man eine Bleikugel von der Spitze senkrecht herabfallen läßt, wirken zwei Kräfte auf sie: die Schwer- und die Schwungkraft. Beide treiben sie in der Diagonallinie des durch sie bestimmten Parallelogramms.

---

*) Ueber obige Frage wollen wir hier in einer Anmerkung etwas beifügen. In einem nachfolgenden Kapitel werden wir sehen, daß jeder Körper, welcher sich um einen andern dreht, von diesem angezogen wird, und daß er, wenn er sich nicht mit ihm vereinigen soll, eine fortschreitende, seitwärts gehende Bewegung haben muß. Denken wir uns nun, daß ihm letztere durch einen Stoß mitgetheilt worden ist, so braucht dieser Stoß nur neben dem Mittelpunkte des kugelförmigen Körpers vorbeigegangen zu sein, und — der Körper dreht sich um eine Achse und zugleich um den Centralkörper. Beides zugleich bewirkt der nicht-centrale Stoß, der in Betreff der Erde etwa nur 5 Meilen ($\frac{1}{160}$ des Erdhalbmessers) neben dem Mittelpunkte vorbeigegangen zu sein braucht. In der Folge werden wir sehen, daß rotirende und fortschreitende Bewegungen immer beisammen sind. Wo wir die eine wahrnehmen, dürfen wir auch auf die andere schließen.

In Fig. 16. sei o der Mittelpunkt der Erde, cd ein Theil der Oberfläche, ca ein Thurm, und die Erde schwinge sich mit dem Thurm in der Richtung von c nach d um. Der Punkt a beschreibt in derselben Zeit, in welcher der Punkt c den Raum cd durchläuft, den größeren Bogen ab. Gesetzt nun, eine von a herabgelassene Kugel würde sich in derselben Zeit, vermöge der Anziehungskraft der Erde oder vermöge ihrer Schwerkraft, durch ac bewegen, während sie von der Achsendrehung durch ab geführt worden wäre, so wirken im Augenblick des Fallens zwei Kräfte auf sie, deren Stärke durch die Linien ac und ab dargestellt wird. Sie wird also durch die Diagonale des dadurch bestimmten Parallelogramms laufen. Ziehen wir eine gerade Linie aus b parallel mit ac, so muß diese rechts von bd liegen, ihr Fußpunkt e muß rechts (ostwärts) von d fallen. Die Bleikugel fällt also in der Zeit durch die Linie ae, während der Fußpunkt des von a herabgelassenen Lothes, d. h. c, von c nach d geht, und wenn c in d ankommt, ist die Kugel in e, d. h. die Bleikugel muß ostwärts abweichen, wenn die Erde sich wirklich von Westen nach Osten dreht. Die Erfahrung lehrt aber, daß jenes wirklich statt findet; folglich ist auch dieses.

3. Die Passatwinde (Passate). Erdboden und Luft werden in der heißen Zone am meisten erwärmt. Erwärmte und dadurch ausgedehnte Luft wird leichter als kältere Luft und steigt dadurch in die Höhe. So kommt es, daß sich die Luft in den tropischen Gegenden erhebt, sich weiter von der Oberfläche entfernt, und in höheren Regionen nach Norden und Süden abfließt. Die kältere Luft dringt umgekehrt an der Oberfläche der Erde, vom Nord- und Südpol her, nach dem Aequator. Auf diese Weise entsteht also eine schöne Ausgleichung der Temperatur auf der Erde (wie wir in Europa z. B. dem Umstande, daß das heiße Afrika, der Kochofen der Erde, uns gerade südlich liegt, die größere Wärme zu verdanken haben, in Vergleich mit Orten in Asien und Amerika, die mit uns gleich weit nördlich vom Aequator entfernt sind). Durch diese Luftbewegung entsteht also z. B. auf der nördlichen Halbkugel ein Wind von Norden gegen Süden an der Erdoberfläche. Die Luft kommt aus Gegenden, welche wegen der Achsendrehung eine geringere Bewegung nach Osten haben, als die, nach welchen sie weht. Dieses hat die Folge, daß diese ihr

voraneilen, oder sie zurückbleibt, oder, was dasselbe ist, eine Richtung nach Westen, von Osten her, zu haben scheint. Zwei Kräfte wirken also auf diese Luft, die eine nach Süden, die andre nach Westen; sie muß also zwischen beiden Weltgegenden, nach Südwest fortgehen, d. h. aus Nordost *) wehen, ein Nordost-Passat muß entstehen, wenn die Erde sich wirklich von Westen gegen Osten dreht. Auf der nördlichen Halbkugel weht in den tropischen Gegenden wirklich ein Nordost-Passat; folglich dreht sich die Erde wirklich von Westen gegen Osten.

Für die südlichen tropischen Gegenden gilt dasselbe. (Mehr gehört von den Passaten nicht hieher. Wer sich genauer darüber belehren will, lese: „Dove, meteorologische Untersuchungen. Berlin, Sander'sche Buchhandlung, 1837" (1 Rthlr. 16 gGr.), ein Werk, das die neuesten Fortschritte der Wissenschaft in dieser Beziehung enthält.)

Resultat: Die Erde dreht sich von Westen gegen Osten in 24 Stunden um ihre Achse.

Folgerungen.

1. Die Achse, als mathematische Linie gedacht, nimmt an der Drehung keinen Theil. Von allen Punkten auf der Oberfläche ruhen also allein die beiden Pole als mathematische Punkte.

2. Jeder Punkt auf der Oberfläche beschreibt in 24 Stunden einen Kreis, der mit dem von beiden Polen gleichweit entfernten Kreise, dem Aequator, parallel liegt, einen Parallelkreis, dessen Mittelpunkt in der Achse liegt. Je weiter diese Kreise vom Aequator entfernt sind, desto kleiner sind sie.

3. Ein Punkt auf dem Aequator legt in 24 Stunden den größten Weg zurück, hat folglich die größte Achsengeschwindigkeit. Die Achsengeschwindigkeiten zweier Punkte auf der Oberfläche ver-

---

*) Der Nordwind verwandelt sich also auf der nördlichen Halbkugel allmählig in einen Nordostwind; so wird auf derselben Halbkugel aus dem Südwind allmählig ein Südwestwind. Die Winde sind Lügner; sie kommen nicht aus den Gegenden, aus welchen sie wehen.

Das Drehungsgesetz des Windes ist auf der nördlichen Halbkugel: Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord. Auf der südlichen Halbkugel ist es umgekehrt. Das Nähere darüber ist aus Dove zu ersehen. Ausführlicher aus: Schouw's Meteorologie.

halten sich, da die Zeiten gleich sind, wie die Räume, d. h. wie die Peripherien der Parallelkreise, oder deren Halbmesser.

Wie groß ist der Raum, den ein Punkt auf dem Aequator in einer Stunde, Minute, Secunde zurücklegt?

Antwort. Der ganze in 24 Stunden durchlaufene Raum ist 5400 geographische Meilen; der Raum einer Stunde folglich $= \frac{5400}{24} = 225$ geographische Meilen; einer Minute $= \frac{225}{60} = 3\frac{3}{4}$ Meilen; einer Secunde $\frac{3\frac{3}{4}}{60}$ Meilen $= \frac{3\frac{3}{4} \cdot 24000}{60}$ Fuß $= \frac{90000}{60}$ Fuß $= 1500$ Fuß. Die Geschwindigkeit ist 1500 Fuß in einer Secunde. Eine artige Schnelligkeit! Eine Kanonenkugel mag in einer Secunde 600 Fuß zurücklegen, der Schall 1040 Fuß.

Ein Punkt der Oberfläche, dessen geographische Breite $= 50^0$ ist, legt etwa 960 Fuß in der Secunde zurück *). Die Schwungkraft ist folglich am Aequator am größten; daher eine Verminderung der Schwere; daher die Erhöhung am Aequator, die Abplattung an den Polen.

4. Um wie viel durch diese Schwungkraft die Schwerkraft am Aequator vermindert wird, verstehen die Physiker zu berechnen. (Schwere an den Polen zu der an dem Aequator $= 289 : 288$. Die Centrifugalkraft an dem Aequator beträgt also $\frac{1}{289}$ der Schwere. (Siehe hinten!)

Am Aequator fällt ein Körper am langsamsten, an den Polen am schnellsten. Mit der geographischen Breite nimmt die Fallgeschwindigkeit zu. Da nun die Schwerkraft auch die Ursache der Schwingungen des Pendels ist, und die Wirkungen sich nach den Ursachen richten, so muß ein und dasselbe Pendel am

---

*) Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt vom Aequator an (nord- und südwärts) Anfangs langsam, nachher schnell ab. Folgende Zusammenstellung liefert eine Uebersicht, und die Drehgeschwindigkeit eines Ortes, der eine der bemerkten Breiten hat, läßt sich danach leicht berechnen. Die Rotationsgeschwindigkeit eines Ortes auf dem Aequator sei 1000.

Breite:	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Rotationsgeschwindigkeit:	1000	985	940	866	766	643	500	342	174	0
Unterschiede:		15	45	74	100	123	143	158	168	174

Aequator langsamer schwingen, als in höheren Breiten. Oder wenn z. B. 2 Pendel, von welchen das eine in Peru, das andre in Paris hängt, Secundenpendel sind, d. h. in jeder Secunde eine Schwingung machen, so ist das Secundenpendel in Peru kürzer als das in Paris. Je kürzer ein Pendel ist, desto schneller schwingt es an einem und demselben Orte. Da nun die Physiker die Abnahme der Schwere, welche am Aequator durch die Schwungkraft hervorgebracht wird, berechnen können, so sind sie auch im Stande, zu bestimmen, wie lang dort ein Secundenpendel sein wird, oder um wie viel ein von Paris dorthin gebrachtes Pendel verkürzt werden muß, um wieder in jeder Secunde eine Schwingung zu machen. Aber es findet sich, daß das Pariser Secundenpendel am Aequator, wenn es Secundenpendel bleiben soll, mehr verkürzt werden muß, als aus der Verminderung der Schwerkraft durch die Schwungkraft bei vorausgesetzter Kugelgestalt der Erde folgt. Daraus hat man geschlossen, daß eine zweite Ursache vorhanden sein muß, welche die Stärke der Anziehung der Erde vermindert. Da man nun weiß, daß sich diese Anziehung vermindert, wenn man sich von dem Mittelpunkte der Anziehung (dem Schwerpunkte der Erde) entfernt, so schließt man wiederum, daß man am Aequator weiter von demselben entfernt ist, als wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Ja man kann berechnen, um wie viel weiter, d. h. man kann durch das Pendel den Unterschied des Aequatordurchmessers und der Erdachse, d. h. die Abplattung der Erde, finden. So dient das Pendel dazu, die Gestalt der Erde zu bestimmen. Diese Gedanken möge der Leser für sich durchdenken. Die Sache ist sehr merkwürdig. Durch ein einfaches Pendel bestimmt man die Gestalt der Erde, die noch kein sterbliches Auge gesehen hat, noch sehen wird! So bringt der menschliche Geist Verborgenes an das Licht. Die Astronomie ist sein Triumph!

5. Die Achsendrehung der Erde erzeugt die Erdachse, den Erdäquator, die Erd-Parallelkreise, und durch diese entstehen die Himmelsachse, der Himmelsäquator, die Parallelkreise des Himmels, nicht umgekehrt. Die Erdachse ist das Erste, die Himmelsachse das Zweite, eine Folge des Ersten. Wir nehmen zwar zuerst das Dasein der Himmelsachse wahr, oder denken uns, durch

Erscheinungen veranlaßt, zuerst die Himmelsachse, und schließen auf die Erdachse; aber physisch ist diese die Ursache jener. So pflegt es zu gehen: die Wirkungen sind uns früher bekannt, als die Ursachen, welche erschlossen sein wollen. Wir fangen in unserm Erkennen mit dem Abgeleiteten, Secondären an, und dringen von da rück- oder aufwärts zu dem Ursprünglichen, Primären.

6. Die Bewegungen, welche die Punkte auf der Oberfläche der Erde wirklich haben, scheinen die ihnen entsprechenden Punkte des Himmelsgewölbes zu haben. So z. B. haben Orte, welche auf dem Erdäquator liegen, die größte Achsengeschwindigkeit von Westen nach Osten, und so scheinen Sterne, die im Himmelsäquator stehen, die größte Drehgeschwindigkeit um die Erde zu haben von Ost gen West. Die Endpunkte der Himmelsachse scheinen zu ruhen, weil die Endpunkte der Erdachse wirklich ruhen. Was dort zu sein scheint, ist hier.

7. Da die ruhenden Himmelspole, wie der Himmelsäquator, stets dieselben Orte einnehmen, ihre Lage gar nicht ändern (?), so folgt daraus, daß die Erdachse immer denselben Punkten des Himmels zugewandt, daß ihre Lage eine beständige ist. Sie schwankt nicht hin und her. Dieses ist ein sehr wichtiger Satz. Die Leser wollen sich ihn besonders merken! Ob nun auch daraus folgt, daß die Erde immer auf derselben Stelle im Weltraume verweilet, daß der Mittelpunkt der Erde seinen Ort nicht verändert, wollen wir hier noch dahin gestellt sein lassen. Wer nichts weiter von der Sache weiß, wird dieses schließen.

8. Der Erdäquator wird, wie jeder Parallel- und jeder andre Kreis, in 360° eingetheilt. Denken wir uns durch jeden Grad einen größten Kreis gelegt, der durch Nord- und Südpol geht, so entstehen 360 Erdmeridiane, Halbkreise, deren Ebenen, bis zum Himmelsgewölbe verlängert, die 360 Meridiane des Himmels geben. Liegen zwei Orte auf demselben Erdmeridiane, so liegen sie gerade nord- und südwärts von einander. Da die Erde zu ruhen und der Meridian unsers Wohnortes festzustehen scheint, so treten alle Meridiane des Himmels in 24 Stunden von Osten gegen Westen in unsern Meridian, und gehen scheinbar durch den-

selben. Wir können daher fragen: Wie viel Grade des Aequators und der Parallelkreise gehen in einer Stunde durch unsern Meridian?

Antwort. Da die Bewegung gleichmäßig ist, in jeder Stunde $\frac{360^0}{24} = 15^0$.

Daraus folgt, daß ein Stern, der 15^0 östlich von einem andern entfernt ist, eine Stunde später in unsern Meridian tritt oder culminirt.

Umgekehrt können wir aus dem Unterschiede der Zeit des Culminirens zweier Sterne auf ihren Abstand nach Osten oder Westen schließen.

Derjenige Stern, der früher als ein andrer den Meridian passirt *), steht mehr nach Westen zu. Da in jeder Stunde 15^0 durch den Meridian gehen, also 1^0 in 4 Minuten, so macht ein Zeitunterschied von 4 Minuten in Betreff des Culminirens einen Unterschied von 1^0. Wie oft 4 Zeitminuten Unterschied, so oft 1^0 Unterschied im Bogen. Wie oft 1 Stunde Unterschied, so oft 15^0 Unterschied im Bogen. 6 Stunden Zeit ... 90^0, 12 Stunden Zeit ... 180^0, 18 Stunden ... 270^0 mehr ostwärts oder 90^0 westwärts, 24 Stunden ... 360^0 oder 0^0.

9. Einen Meridian hat man auf der Erde als den ersten angenommen, von dem aus die übrigen gezählt werden. Man denkt ihn 20^0 westwärts vom Meridian, der durch die Sternwarte von Paris geht, gelegt. Dieser Meridian geht etwa 23 Minuten östlich von der canarischen Insel Ferro vorüber, und heißt darum gewöhnlich der Meridian von Ferro **). Von ihm

---

*) Obige Sprechweise ist die gewöhnliche. Aber wir wissen jetzt: Nicht die Sterne passiren den Meridian eines Ortes, sondern der Meridian passirt die Sterne.

**) Der erste Meridian hat im Laufe der Zeit verschiedene Schicksale erlebt.

Ptolemäus, der große Astronom und Geograph zu Alexandrien, etwa 150 Jahre nach Chr. G., legte den ersten Meridian durch die Gruppe der canarischen Inseln, damals die glücklichen genannt, ohne jedoch die Insel, durch die er ihn zog, speciell zu bestimmen. Während der Zeit des Mittelalters wurde er von den verschiedenen herrschenden Nationen theils durch Ferro gelegt, theils durch Teneriffa, deren himmelanstrebender Pic den Seefahrern zum Wegweiser diente.

aus zählt man ostwärts fort bis 360°, dessen Meridian mit dem durch 0°, d. h. dem ersten, zusammenfällt, oder man zählt ostwärts und westwärts vom ersten bis 180°, so daß der 180ste nach Osten auch der 180ste gen Westen ist. (In jenem Falle spricht man von östlicher Länge oder Länge überhaupt, in diesem unterscheidet man östliche und westliche.)

Will man nun wissen, wie viel Grade der Meridian eines Ortes auf der Erde von dem ersten entfernt ist, so muß man die Größe des Bogens des durch den Ort gelegten Parallelkreises bestimmen, des Bogens desselben, der zwischen dem Orte und dem Durchschnittspunkte des Parallelkreises mit dem ersten Meridian liegt.

In Fig. 17. bedeute NASE den ersten Meridian, a einen Ort; man will wissen, wie viel Grade er vom ersten Meridian entfernt ist.

Man legt durch a einen Parallelkreis be mit dem Aequator

Um dieser nachtheiligen Unbestimmtheit ein Ende zu machen, befahl Ludwig XIII. von Frankreich im Jahre 1634, daß von den Franzosen der erste Meridian künftig nur durch Ferro gelegt gedacht werden solle. Als man aber später fand, daß der Westpunkt von Ferro, welcher als Anfangspunkt der Zählung diente, nicht in runder Zahl 20°, sondern 20° 32′ 9″ westlich von der Pariser Sternwarte liege, so veränderte man, um der Bequemlichkeit und Kürze der Rechnungen willen, abermals die Lage des ersten Meridians, und setzte fest, daß er genau 20° westlich von der Pariser Sternwarte seine Lage haben solle, eine Bestimmung, welche bis jetzt beibehalten worden ist. Derselbe liegt also 32′ 9″ östlich von der Westspitze der Insel Ferro. Um zu wissen, ob er, wie man zu sagen pflegt, durch Ferro geht, muß man die Ausdehnung der Insel von West nach Ost kennen. Diese beträgt ungefähr 2 deutsche Meilen, ein Grad des Parallels durch Ferro ist etwa 13,3 deutsche Meilen lang; mithin nimmt die Insel Ferro von West nach Ost einen Raum von ungefähr 9 Bogenminuten ein. Denn wenn 13,3 deutsche Meilen 60 Minuten thun, so thun 2 deutsche Meilen $\frac{2 \cdot 60'}{13,3}$ =9 Bogenminuten ungefähr. Der 20° westlich von der Pariser Sternwarte liegende erste Meridian geht also 32′ 9″ − 9′ = 23′ östlich von der Ostgränze Ferro's vorüber, also nicht durch Ferro. —

Der Bequemlichkeit wegen pflegt der Astronom oft den Meridian seiner Sternwarte als den ersten zu betrachten. Kennt er die Länge derselben genau (was sich von selbst versteht), so ist die Reduction der auf diese Annahme gegründeten Rechnungen ein einfaches Additions- oder Subtractions-Exempel.

AE. Alsdann stellt der Bogen ba die Entfernung des Ortes a vom ersten Meridian vor; bd die Entfernung des Ortes d, be die Entfernung des Ortes e, Ac die des Ortes c, Ag die des Ortes g vom ersten Meridian.

Die Entfernung eines Ortes vom ersten Meridian (in dem angegebenen Bogen seines Parallelkreises ausgedrückt) nennt man seine geographische Länge. ab ist die geographische Länge des Ortes a, db die des Ortes d u. s. w. Da ab so viele Grade hat als cA, db so viele als gA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Länge auf dem Aequator AE zu bestimmen und, wenn es ein Globus ist, auf demselben abzulesen. Um Letzteres leicht zu machen, ist auf dem Erdglobus der erste Meridian verzeichnet, und außerdem läßt er sich unter einem feststehenden, messingenen Meridiane fortbewegen. Will man die geographische Länge eines Ortes wissen, so bringt man ihn unter den feststehenden Meridian, sieht zu, wo derselbe in den Aequator einschneidet, z. B. in c für den Ort a, und liefet die Zahl ab, die hier steht. Der Anfangspunkt der Zählung, der Nullpunkt, ist A.

10. Der erste Meridian, als ganzer Kreis gedacht, theilt die Erdoberfläche in 2 Hälften. Die östlich von NAS gelegene nennt man die östliche, die andre die westliche Halbkugel. Alle auf der östlichen Halbkugel liegenden Orte haben östliche, alle auf der westlichen Halbkugel liegenden haben westliche geographische Länge. Die auf dem Halbkreise NES liegenden Orte haben 180° östliche oder westliche Länge, wie man will.

11. Unter der geographischen Breite eines Ortes verstehen wir, nach dem Früheren, die Entfernung eines Ortes vom Aequator, auf einem Bogen des Meridians des Ortes gemessen. Sie ist, wie wir uns erinnern, entweder nördlich, oder südlich, höchstens 90°. Die geographische Länge eines Ortes ist entweder östliche, oder westliche, höchstens 180°.

ac ist die geographische Breite, ab die geographische Länge des Ortes a. Da ac=bA, dg=bA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Breite auf den ersten Meridian zu tragen und von A an zu rechnen, auf- und abwärts. Bei N und S steht 90°. A ist also der Anfangspunkt für die geographische Länge und Breite. Die Grade jener werden von A, dem

Null-

Nullpunkte, auf den Aequator oſt- und weſtwärts, die Grade dieſer von A aus nord- und ſüdwärts auf den erſten Meridian getragen; von A bis E oſt- und weſtwärts 180° bis E, von A bis N und S 90°.

Durch die geographiſche Breite wird der Parallelkreis beſtimmt, unter oder auf welchem ein Ort liegt; durch die geographiſche Länge der Meridian, auf oder unter dem er ſich befindet.

Beide ſchneiden einander in einem Punkte. Folglich wird durch die geographiſche Breite und Länge*) eines Ortes ſeine Lage oder ſein Ort auf der Oberfläche der Erde vollkommen genau beſtimmt, vorausgeſetzt, daß bei der geographiſchen Breite angegeben iſt, ob es nördliche oder ſüdliche Breite, bei der geographiſchen Länge, ob ſie als öſtliche oder weſtliche zu verſtehen ſei.

Beiſpiel. Ein Ort habe eine nördliche Breite von 34° und eine öſtliche Länge von 25°; wo liegt er?

Man zählt auf einem Globus von A aus nordwärts auf dem Meridian 34°, z. B. Ab=34°, und von A aus oſtwärts auf dem Aequator 25°, z. B. Ac=25°; durch b legt man einen Parallelkreis be mit AE, durch c einen Meridian NcS. Wo beide einander ſchneiden, in a, da iſt die geſuchte Lage des Ortes.

12. Wie man die geographiſche Breite eines Ortes findet, wiſſen wir bereits. Durch die Polhöhe nämlich; denn die geo-

---

*) Woher die Namen: geographiſche Länge und Breite, da doch auf einer Kugelfläche von Länge und Breite nicht eigentlich die Rede ſein kann?

Die Sache hat einen hiſtoriſchen Grund.

Zu den Zeiten des Ptolemäus hatte der damals bekannte Theil der Erdoberfläche ungefähr die Geſtalt eines Rechtecks (Oblongums), deſſen Ausdehnung von Weſt nach Oſt etwa 2mal ſo groß war, als die von Süd nach Nord. Die Erdoberfläche war nämlich bekannt von den canariſchen („glücklichen") Inſeln, dem äußerſten Weſten, bis zu der Gränze oder Küſte von China („Sina" und „Thina"), dem äußerſten Oſten, und von Süd nach Nord von den vorausgeſetzten Quellen des Nils auf dem Mondgebirge bis nach Island („der äußerſten Thule"). Da man nun die größere Ausdehnung Länge, die kleinere — Breite zu nennen pflegt, ſo mag dieſes den Ptolemäus beſtimmt haben, unter jener die Ausdehnung von Weſt nach Oſt, unter dieſer die von Süd nach Nord zu verſtehen. So ſind ſie in die Geographie gekommen und mit der näheren Wendung der geographiſchen Länge und Breite beibehalten worden.

graphische Breite eines Ortes ist seiner Polhöhe gleich. Aber wie findet man seine geographische Länge, d. h. seine Entfernung vom ersten Meridian?

Dieses kann auf mehrfache Weise geschehen, doch nicht so leicht, als man die geographische Breite bestimmt. Die verschiedenen Weisen aber wurzeln in demselben Gedanken. Es ist dieser:

Wüßten wir, wie viel Stunden oder Minuten der Ort, dessen geographische Länge bestimmt werden soll, früher oder später durch den festgedachten Meridian geht, oder, was dasselbe ist, wie viel später oder früher die Sonne ihm culminirt, als einem andern Orte, dessen geographische Länge bereits bekannt ist (wie z. B. die Länge von Paris, 20° östlich), so könnten wir aus dem Unterschiede der Zeit auf den Unterschied in der geographischen Länge schließen. Gesetzt, wir wüßten, die Sonne geht 44 Minuten früher durch den Meridian von Berlin, als durch den von Paris, so wüßten wir gleich, Berlin liegt mehr östlich als Paris, und wie viel?

4 Minuten thun 1 Grad,
44 — — ? —

Antwort: 11mal $1^0 = 11^0$.

Da nun Paris 20° östliche geographische Länge hat, so ist die geographische Länge von Berlin $= 20^0 + 11^0 = 31^0$ östlich vom ersten Meridian durch Ferro. So in allen Fällen.

Die Aufgabe reducirt sich also auf die: den Unterschied in der Zeit von zwei Orten zu finden, von deren einem die geographische Länge bereits bekannt ist.

a) Durch eine genau gehende Uhr.

Man stellt z. B. in Paris eine Uhr nach der wahren Zeit. Die Zeit eines Ortes wird immer nach dem Augenblick des Durchgangs des Mittelpunkts der Sonne durch den Meridian des Ortes regulirt. Nun bringt man die fortgehende Uhr nach dem Orte, dessen geographische Länge man wissen will, und beobachtet hier den Unterschied in der Zeit der mitgebrachten, nach Pariser Zeit gehenden Uhr und der genau bestimmten Zeit des Ortes. Sind für denselben an dem Beobachtungstage schon mehr Stunden verflossen, so ist die Sonne ihm früher durch den Meridian gegangen, er liegt also östlich vom Pariser Meridian. So oft

der Zeitunterschied 4 Minuten beträgt, so viel Grade liegt der Ort mehr östlich. Und umgekehrt.

So genau gehende, zuverlässige Uhren sind schwer zu haben, weil sehr schwer zu verfertigen.

b) Durch Blickfeuer.

Man läßt auf einem Berge, einem Thurme, kurz einer Höhe, die von zwei Orten gesehen werden kann (am besten in der Nacht), ein Feuerzeichen machen, das nur einen Augenblick dauert, und dasselbe von Beobachtern an den beiden Orten bemerken, mit genauer Bestimmung der Zeit eines jeden der beiden Orte. Da die Uhr eines jeden Ortes nach dem Durchgange der Sonne durch den Meridian des Ortes gestellt war, so giebt der Unterschied in der Zeit der Beobachtung des Blickfeuers auf obige Art den Unterschied in der geographischen Länge.

c) Durch den Durchgang eines der beiden unteren (d. h. näher als die Erde bei der Sonne stehenden) Planeten durch die Sonne.

Blickfeuer zu machen, ist umständlich und kostspielig. Erzeugt die Natur nicht selbst Begebenheiten und Ereignisse, welche von verschiedenen, wo möglich weit von einander entfernten Orten zu gleicher Zeit, d. h. in demselben Augenblick, gesehen werden können?

Allerdings, aber die Ereignisse sind selten; z. B. sogenannte Durchgänge des Mercurs oder der Venus durch die Sonnenscheibe.

Man beobachtet alsdann an verschiedenen Orten genau den Augenblick des Eintritts oder Austritts des betreffenden Planeten in die Sonnenscheibe oder aus derselben, und merkt sich genau die Zeit. Die Rechnung ist dann wie die obige.

d) Durch Fixsternbedeckungen durch den Mond.

Viel häufiger als Durchgänge eines Planeten durch die Sonnenscheibe finden Bedeckungen gewisser Fixsterne durch den Mond statt. Auch diese beobachtet man an verschiedenen Orten.

Das Schlimmste dabei ist nur, daß diese Erscheinungen nicht leicht in demselben (absoluten) Augenblick an verschiedenen Orten wahrgenommen werden. Aber die Astronomen wissen sich zu helfen, und sie helfen den Schiffern, für welche die Bestimmung der geographischen Länge von besonderer Wichtigkeit ist, durch beson-

ders für sie eingerichtete Tafeln. Denn von der Kenntniß der geographischen Länge hängt es, nebst der Kenntniß der geographischen Breite, ab, ob sie genau die Stelle kennen, wo sich gerade ihr Schiff befindet. Und davon hängt wieder nicht nur die Sicherheit ab, mit der sie dem nach einem Hafen bestimmten Schiffe die Richtung geben können, sondern auch oft Leben und Tod. Die Astronomen verfertigen darum zuverlässige Tabellen und lassen sie drucken, durch deren Gebrauch auch solche Schiffskapitäne, die nicht gerade astronomische Kenntnisse besitzen, sich helfen können. Der Schifffahrtskunde leistet die Astronomie die größten Dienste. Darum haben die seefahrenden Engländer sich besonders Mühe gegeben, einfache Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge aufzufinden, was aber nicht weiter hieher gehört.

13. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse. Wenn jetzt die Sonne culminirt, so culminirt sie nach 24 Stunden wieder. Ein Fixstern aber culminirt, wie wir oben schon gesehen haben, schon nach 23 Stunden 56 Minuten wieder, und der Mond erst nach 24 Stunden 50 Minuten. Aus der ersten Thatsache schlossen wir auf eine Umdrehung der Erde von Abend gegen Morgen. Was folgt aus den beiden andern Thatsachen, wie steht es mit ihnen?

Hat der Mond in der That eine eigenthümliche Bewegung durch den Thierkreis in der Ordnung der Zeichen? Und wenn er sie hat, kommt sie auch, nur viel langsamer, der Sonne zu?

Da wir schon einmal erfahren haben, daß Bewegungen, die am Himmel vorzugehen scheinen (die täglichen), nicht an ihm, sondern an der Erde geschehen: ist es vielleicht eben so in Betreff der andern, der jährlichen Bewegungen? Versuchen wir es einmal mit diesem Gedanken! In der Erkenntniß der Dinge müssen wir uns sehr häufig mit Vermuthungen oder Wahrscheinlichkeiten (Hypothesen) begnügen; absolute Gewißheit ist nicht überall zu erreichen. Die Hypothese aber ist die wahrscheinlichste, welche die Thatsachen am einfachsten und natürlichsten erklärt. Die Frage ist also die: dreht sich die Sonne um die Erde, oder die Erde um die Sonne?

5. Die Bewegung der Erde um die Sonne.

Die Alten zweifelten nicht daran, daß die Sonne sich um die Erde drehe. Schien diese Wahrheit ja sogar in dem heiligen Bibelbuch zu stehen. „Sonne, stehe still, zu Gibeon," sprach Josua an dem Tage einer Schlacht mit den Philistern, um sie vollständig zu schlagen. „Und sie verzog," heißt es, „einen Tag unterzugehen." Muß man — so wurde geschlossen — befehlen, daß die Sonne still stehe, so muß sie in Bewegung sein. In scheinbarer Bewegung ist sie wirklich, sogar in doppelter; ob aber wirklich? „Sein oder Nichtsein?"

Schon die Alten versuchten, Erscheinungen an dem Himmel zu erklären. Manches leisteten sie durch scharfe Beobachtung und angestrengtes Nachdenken. Aber nach und nach, als sich seit der Wiedererweckung der Wissenschaften im 16ten Jahrhundert die Entdeckungen und Erfindungen vermehrten, und man tiefer in die Natur eindrang, wollten die alten Erklärungsversuche nicht mehr ausreichen. Man gerieth in immer größere Verwicklungen hinein, bis es endlich ein großer und kühner Mann (der Scheiterhaufen drohte ihm — die Menschen haben sich alle Zeit gegen neue Wahrheiten gesträubt) einmal versuchte, die Ansicht auf den Kopf zu stellen. Dieser große und erhabene Geist war Nicolaus Copernicus, ein Deutscher (die Deutschen sind eine erfindungsreiche Nation), geboren zu Thorn 1473, gestorben 1543.

Er lehrte zuerst gründlich und ausführlich, daß die Erde sich um die Sonne drehe. Diese große und erhabene Wahrheit (die Wahrheit ist immer erhaben — sie erhebt den Menschen — Wahrheit ist die Nahrung seines Geistes) wurde zwar Anfangs bekämpft, aber allmählig (ein Jahrhundert ist im Fortschritt der Menschheit keine lange Zeit) fand sie Eingang, erst bei einzelnen, tief forschenden Männern, nach und nach allgemein. Heut zu Tage zweifelt kein vernünftiger Mensch mehr an der Richtigkeit der Lehren des Copernicus, und selbst in Rom dürfen die Gelehrten von seiner Ansicht als einer — Hypothese reden. Eine Hypothese ist sie, aber eine solche, die an mathematische, folglich untrügliche Gewißheit gränzt.

Die Erde nimmt den 1,400,000sten Theil des Raumes ein,

den die Sonne behauptet. Die Erde ist den übrigen Planeten, die sich gehorsam und bescheiden um die goldne Sonne drehen, in allem Uebrigen ähnlich. Ein Körper, der sich wie die Erdkugel um die Achse dreht, wie soll der in demselben Raume beharren, still stehen? Welche Kraft sollte die unermeßliche Sonne in ihrer Bahn um die Erde erhalten? Denn von selbst dreht sich kein Körper im Kreise herum. Er muß durch eine von dem Mittelpunkte der Bahn ausgehende anziehende Kraft gehalten werden. Und die kleine Erde sollte die Kraft besitzen, den Riesenkörper der Sonne in ihrer Bahn zu erhalten?

Es ging nicht länger, die frühere Ansicht, der alte Glaube ließ sich nicht mehr halten. Er verschwand den Menschen, trotz ihres Wunsches, ihn zu erhalten. Die Wahrheit machte sich endlich Bahn. Nun steht sie fest, und ohne Anfechtung *) können wir uns zu ihr bekennen: Die Erde dreht sich um die Sonne **).

---

*) Ohne Anfechtung — jetzt. Nicht so gut erging es Galileo (Galileo Galilei, geboren zu Pisa 15. Febr. 1564). Er bekannte sich zu der Lehre des Copernicus. Dafür wurde er in Rom eingekerkert und durch die Folter zum Widerruf veranlaßt. Aber was vermögen Drohung, Einkerkerung, Tod gegen die fortschreitende, immer siegende Wahrheit? Energische Geister lassen sich dadurch von der Forschung nicht abhalten. Freilich ist eine große Liebe zur Wahrheit und Wahrheitsforschung über die zu einer Zeit bestrittenen Dinge eine gefährliche Leidenschaft. Aber das lehrt die Weltgeschichte als Weltgericht: Die sich gegen die Wahrheit stemmen und die Forscher verfolgen, kommen in der öffentlichen Meinung früher oder später — an den Pranger.

**) Obige Wahrheit ist nothwendig zu einer richtigen Weltansicht. Ohne sie hegt man falsche Vorstellungen von der Natur der Dinge. Wichtiger als diese objective Wahrheit ist — man darf es nicht vergessen — für den Menschen die richtige Auffassung des Verhältnisses des Schöpfers zur Welt und des Menschen zu ihm. Dieses bezeichnet Weiß in seiner trefflichen Schrift: „Erfahrungen aus dem Leben eines Schulfreundes" (Bd. II, S. 94.) in dieser Weise:

„Die Weltansicht, daß die Sonne um die Erde kreise, ist nicht verwerflich zu nennen um dieses Irrthums willen; denn das Wesentliche in ihr beruht darauf, daß die Dinge alle, Mensch und Natur, Hohes und Tiefes, Werke Einer Hand, Ausdrücke Eines Gedankens, Offenbarungen Einer Liebe sind. Nur der Aberglaube ist verwerflich, nicht jeder Irrthum, in der hier gefaßten Beziehung. Oder haben diejenigen Gelehrten, welche sich z. B. die Erde als Scheibe vorstellten, um deswillen einer menschlich-tauglichen Weltansicht entbehrt?"

Diese Thatsache liegt, wie alle andern in der Schöpfung, in der Natur der Sache. Und sie wird durch eine Menge anderer Thatsachen bestätigt. Die Gelehrten wissen darüber noch viel zu sagen. Uns genügt es, zu wissen, daß sich alle Erscheinungen aus ihr auf die einfachste und schönste Weise erklären lassen. Ein angenommener Satz, der falsche Folgen hat, ist falsch; aber wenn die Folgen nur wahr sind, d. h. mit den Erscheinungen übereinstimmen, so muß die Annahme wahr sein. Die Astronomen sagen, gestützt auf die Lehre des Copernicus, Himmelserscheinungen Jahre lang, ja Jahrhunderte lang, voraus, z. B. die Verfinsterungen, und zwar auf Tag, Stunde, Minute und Secunde genau — wie wäre dies möglich, wenn die Vordersätze falsch wären? Die Erde dreht sich um die Sonne. Wir fragen nach dem Näheren.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne in einer runden Bahn. Von dem Punkte aus, in welchem die Sonne steht, geht die anziehende Kraft aus, welche die Erde in ihrer Bahn erhält.

2. Die Erde vollendet diese Bahn in einem Jahre.

3. Diese Bahn liegt zwischen den Sternbildern, welche den Thierkreis bilden. Die Ekliptik ist die scheinbare Sonnen-, die wirkliche Erdbahn.

Die Fixsterne sind unendlich weit entfernt, viel weiter entfernt als die Sonne und die Planeten. Die Sonne, der Mond, die Planeten scheinen bei den Fixsternen zu stehen, und durch sie hindurch zu laufen.

4. Die Erde bewegt sich in der Ordnung der Zeichen des Thierkreises um die Sonne. Wenn, von der Sonne aus gesehen, die Erde bei der Wage gesehen werden würde, so sehen wir die Sonne in dem ihr gegenüberstehenden Widder. Während die Erde, von der Sonne gesehen, durch Wage, Skorpion, Schütze läuft, bewegt sich die Sonne scheinbar durch Widder, Stier, Zwillinge. Die Erde ist immer 180° von dem Punkte der Ekliptik entfernt, in welchem die Sonne zu stehen scheint.

5. Die Bahn der Erde ist kein Kreis, sondern eine Ellipse. Die Sonne steht in einem der Brennpunkte derselben.

Wäre die Erde immer gleich weit von der Sonne entfernt, so müßte diese uns immer gleich groß erscheinen.

Wir ziehen nach den entgegengesetzten Endpunkten eines Durch-

messers der Sonnenscheibe (Fig. 18.) von unserm Auge zwei gerade Linien. Diese bilden an dem Auge einen Winkel, den sogenannten Sehewinkel, der die scheinbare Größe der Sonne bestimmt. Dieser Winkel ist in den verschiedenen Jahreszeiten nicht gleich groß. Folglich können wir uns nicht immer in gleichen Entfernungen von der Sonne befinden. Wir sind ihr bald näher, bald weiter von ihr entfernt. Aber die Ordnung kehrt wieder, und der Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Kepler, ein andrer großer deutscher Astronom, hat gezeigt, und Newton, ein englischer Forscher, hat bewiesen, daß die Bahn der Erde eine Ellipse sei. Eine Ellipse ist eine ebene Figur, von einer länglich krummen Linie umschlossen, welche entsteht, wenn man einen senkrechten Kegel mit einer Ebene durch seine beiden Seiten schief durchschneidet.

Fig. 19. stellt eine Ellipse dar; ab den längsten Durchmesser, die große Achse, cd die kleine Achse *). Die Sonne steht nicht in dem Durchschnittspunkte beider, in o, sondern außerhalb desselben, in einem Punkte der großen Achse, in S. Der demselben nächste Punkt des Umringes der Ellipse ist a, der entfernteste b. In a ist die Erde der Sonne am nächsten, in b am weitesten von ihr entfernt, in d und c hat sie die mittlere Entfernung von ihr. Der Punkt a heißt der Punkt der Sonnennähe (das Perihelium), der Punkt b der Punkt der Sonnenferne (das Aphelium). Sa bezeichnet die kleinste, Sb die größte Entfernung der Erde von der Sonne. Theilt man Sb in 30 gleiche Theile, so kommen dieser Theile 29 auf Sa; Sa ist also um $\frac{1}{30}$ kleiner als Sb. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 21 Millionen Meilen. $\frac{1}{30}$ davon macht 700000 Meilen. Um so viel ungefähr ist die Erde in a der Sonne näher als in b. Man hat dies aus den verschiedenen Sehewinkeln berechnet.

6. Weil die Erde nicht immer gleich weit von der Sonne entfernt ist, so bewegt sie sich auch nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Je näher sie der Sonne rückt, desto schneller bewegt sie sich. Im Punkte der Sonnennähe erreicht sie die größte, im Punkte der Sonnenferne die kleinste Geschwindigkeit. Der

*) Man spricht von Achsen bei rotirenden Körpern, von Achsen in elliptischen, parabolischen, hyperbolischen Bahnen. Wenn Zweideutigkeit entstehen kann, so nennt man jene: Drehungsachsen.

Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Doch hat dies die Folge, daß die Erde die eine Hälfte ihrer Bahn d a c in kürzerer Zeit zurücklegt als die andre c b d. Der Unterschied beträgt 6 bis 7 Tage. Der Sommer der n ö r d l i c h e n Halbkugel fällt in die Zeit, in welcher die Erde den entfernteren Theil ihrer Bahn, c b d, zurücklegt. Deshalb dauert das Sommerhalbjahr der nördlichen Halbkugel ungefähr eine Woche länger als das der südlichen. Dieses ist die Erklärung (Erkenntniß) der weiter oben schon aufgefundenen Kenntniß.

7. Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn? Wir berechnen zuerst den Umkreis! Der Durchmesser der Erdbahn ist $=2 \cdot 21$ Millionen $=42$ Millionen Meilen. Folglich der Umkreis, die Länge der Bahn $=3{,}14 \cdot 42$ Millionen $=132$ Millionen Meilen in runder Zahl.

Diese legt die Erde in einem Jahr $=365$ Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden zurück. Wie viel in e i n e r Secunde? Man findet ungefähr 4 Meilen. Ein Punkt auf dem Aequator der Erde legt, vermöge der Achsendrehung, in einer Secunde 1500 Fuß zurück. Während dieser Zeit fliegt die Erde auf ihrer Bahn 4 Meilen $= 4 \cdot 24000$ Fuß weiter. Beide Geschwindigkeiten verhalten sich also zu einander wie $1500 : 96000 = 1 : 64$, d. h. die Bahngeschwindigkeit ist 64mal so groß als die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Aequator. Folglich wälzt sich die Erde auf der Bahn nicht so fort wie eine Kegelkugel auf der Kegelbahn.

8. Die Ekliptik macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$. Woher rührt dieses? *)

Antwort: Die Achse der Erde steht senkrecht auf dem Aequator, aber nicht senkrecht auf der Ekliptik, ihrer Bahn, sondern schief auf derselben. Sie macht mit der Bahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}^0$; folglich muß die Ekliptik mit dem Aequator einen Winkel von $90^0 - 66\frac{1}{2}^0 = 23\frac{1}{2}^0$ machen. Beide Kreise theilen einander, wie alle größten Kreise einer Kugel, in 2 gleiche Theile. Die beiden Theile eines jeden liegen also auf verschiedenen Seiten des andern. Die eine Hälfte der Ekliptik liegt nördlich, die andre südlich vom Aequator, wie es Fig. 15. zeigt.

*) Die Frage ist auf den f o r m e l l e n, nicht auf den p h y s i s c h e n Grund (die Ursache) gerichtet.

9. Der Winkel, den die Erdachse mit ihrer Bahn macht, ist nicht nur ein beständiger, sondern die Achse bleibt sich selbst immer parallel. Beide Sätze sind für die Erklärung der Erscheinungen sehr wichtig. Mit ihnen muß man die Wahrheit, daß die Erde sich in einer Ellipse, in einer mittleren Entfernung von 21 Millionen Meilen von der Sonne, um dieselbe bewegt, zusammendenken.

Und dennoch bleibt die Achse immer nach denselben Punkten des Himmels gerichtet.

Denken wir uns die Erde in einem Endpunkte der großen Achse der Ellipse stehen, und die Erdachse bestimmten Punkten des Himmels, deren einer in der Nähe des nördlichen Polarsternes liegt, zugekehrt, so weiset die Achse in jedem Punkte ihrer Bahn nach denselben Punkten, ungeachtet sie sich selbst stets parallel bleibt. Fig. 20. Dies ist nur auf eine Weise zu erklären, nämlich dadurch, daß die Fixsterne so unermeßlich weit von uns entfernt sind, daß die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen (es ist doch eine hübsche Länge, eine Kanonenkugel würde diesen Weg in 50 Jahren zurücklegen), gegen die Entfernung der Fixsterne verschwindet, Null ist. Wäre dieses nicht, so könnte die sich parallel bleibende Achse nicht in jedem Punkte ihrer Bahn auf dieselben Punkte des Himmels hinweisen. Die Entfernung der Fixsterne muß folglich unendlich groß sein, d. h. größer, als wir sie anzugeben vermöchten.

Aufgaben.

a) Zeichnet einen Kreis, der die Ekliptik darstellen soll, und machet in demselben die 12 Zeichen des Thierkreises bemerklich; die Sonne in die Mitte, die Erde um sie herumlaufend in einer kreisförmigen Bahn.

In Fig. 21. steht die Sonne im Mittelpunkte, in dem kleineren Kreise bewegt sich die Erde, der äußere Ring stellt den Thierkreis dar:

Widder ♈, Stier ♉, Zwillinge ♊, Krebs ♋, Löwe ♌, Jungfrau ♍, Wage ♎, Skorpion ♏, Schütze ♐, Steinbock ♑, Wassermann ♒, Fische ♓.

Am 21. März wird die Sonne in dem Zeichen des Widders gesehen; die Erde von der Sonne aus in dem Zeichen der Wage. Vom 21. März bis zum 21. Juni rückt die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge u. s. w.

b) Stellet durch eine Zeichnung die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator dar und machet die auf- und absteigenden Zeichen sichtbar.

Fig. 22. der Thierkreis liegt zwischen den Wendekreisen. Der Aequator ist um der Deutlichkeit willen weggelassen. Neben den Zeichen stehen

die Namen der Monate, in welchen die Sonne in sie eintritt. Folgende Tafel zeigt die Tage, an welchen die Sonne in die verschiedenen Zeichen des Thierkreises tritt:

Tag.	Zeichen.	Länge (vom Frühlingspunkte an).
21. März	Widder (♈)	0 bis 30°
20. April	Stier (♉)	30 = 60°
21. Mai	Zwillinge (♊)	60 = 90°
21. Juni	Krebs (♋)	90 = 120°
23. Juli	Löwe (♌)	120 = 150°
23. August	Jungfrau (♍)	150 = 180°
23. September	Wage (♎)	180 = 210°
23. October	Skorpion (♏)	210 = 240°
22. November	Schütze (♐)	240 = 270°
21. December	Steinbock (♑)	270 = 300°
20. Januar	Wassermann (♒)	300 = 330°
19. Februar	Fische (♓)	330 = 360°.

c) Beantwortet die Fragen: Wie unterscheidet sich Umdrehung (Rotation) vom Umlauf (Revolution)? Wodurch entsteht das allgemeine Zeitmaaß, Tag genannt; wodurch das höhere, Jahr genannt? Ist die Umdrehung, oder der Umlauf der Erde schwerer zu beobachten und zu erschließen?

6. Die Erklärung, besonders der jährlichen Erscheinungen.

A. Erde und Sonne.

Nunmehr sind wir im Besitz der Grund-Wahrheiten, aus welchen wir viele Erscheinungen ableiten, d. h. erklären können. Dieser Grund-Wahrheiten sind vier:

1. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse, und zwar von Westen gegen Osten.

2. Sie dreht sich in 365 Tagen in einer fast kreisförmigen Bahn um die Sonne.

3. Die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}^{0}$.

4. Die Lage der Achse bleibt immer dieselbe.

Wer diese vier Sätze nicht nur einzeln weiß, und sich bei jedem das Richtige vorstellt, sondern auch mit einander verbinden kann: der ist im Stande, sich die Haupterscheinungen des Himmels so vorzustellen, wie sie sind. Dem Leser dieses zu erleich-

tern, ist nun unser Geschäft. Unsre Hülfsmittel sind Vorrichtungen, Zeichnungen, Modelle und das belehrende Wort. Das lebendige des Lehrers hat gar große Vorzüge vor dem todten Buchstaben. Nirgends fühlt man dies mehr als hier, wo von Erscheinungen die Rede ist, die im unendlichen Weltraume angeschaut werden sollen.

1. Wir kehren zu unserm runden Tisch zurück. Dies Mal soll er die Ebene der Erdbahn, die Ekliptik, vorstellen. Wenn wir können, so schneiden wir etwa in der Entfernung eines Fußes vom Mittelpunkte desselben eine kreisförmige Tiefe aus, in der wir eine kleine Kugel um den Mittelpunkt herum fortbewegen können. In dem Mittelpunkte denken wir uns die Sonne, die kleine Kugel stellt die Erde vor, und am Rande des Tisches bezeichnen wir 12 gleiche Theile, die Zeichen des Thierkreises. Geht das Einschneiden des Tisches nicht, so stelle die Peripherie desselben die Erdbahn vor. Wir denken uns dann die Tischebene bis zu den Wänden des Zimmers verlängert und denken uns daselbst, rings um uns herum, die 12 Zeichen des Thierkreises. Wir bestimmen die Stelle eines jeden Zeichens, merken uns besonders die 4 Hauptzeichen Widder, Krebs, Wage, Steinbock.

Die Kugel, die wir in der Hand haben, stellt die Erde vor. Sie ist durchbohrt und ein Stab durchgesteckt, um den, als Achse, sie sich frei drehen kann. Auf ihr sind deutlich verzeichnet der Aequator, die Wende- und Polarcirkel und ein Meridian. Dieses sind die Vorrichtungen.

Der Lehrer stellt sich so an den Tisch, daß er einen der Cardinalpunkte des Thierkreises gerade hinter sich, folglich den entgegengesetzten vor sich, den dritten zur rechten, den vierten zur linken Hand hat. Angenommen, er habe den Anfangspunkt der Wage hinter sich, den Steinbock zur Rechten u. s. w.

1) Er hält die Erdkugel so an die Tischebene, daß ihr Aequator mit derselben einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ macht (dem Augenmaaße nach). Er läßt nun die Erde um die Tischebene wandern, so daß dieser Winkel immer derselbe, und die Erdachse sich stets parallel bleibt. Beide Umstände muß er genau bemerken lassen, dann darauf aufmerksam machen, daß die Erdachse nicht stets nach demselben Punkte der Zimmerdecke gerichtet sein kann, weil diese zu nahe ist, also das Himmelsgewölbe nicht vorstellen kann.

(Wie die Lage der Erdkugel eben beschrieben worden, so bleibt sie nachfolgend immer.)

2) Er hält die Erdkugel in derselben Lage vor sich an die Tischebene.

Fragen: Wo erscheint jetzt die Sonne von der Erde aus? (Im Anfangspunkte des Widders.) Wo würde die Erde von der Sonne aus gesehen werden? (Im Anfangspunkte der Wage.) Welchen Tag des Jahres haben wir? (21. März). Welche Jahreszeit? (Frühlingsanfang der nördlichen Halbkugel.) Welchen Weg muß die Erde nehmen? (Durch Wage, Skorpion, Schütz hindurch.) Welchen Weg nimmt die Sonne? (Durch Widder, Stier, Zwillinge.)

Daß Alles gezeigt wird, versteht sich von selbst. Auge, Mund und Arm sind in steter Bewegung.

Nun läßt man die Erde die drei genannten Zeichen durchschreiten, ohne Achsendrehung.

Der zweite Standpunkt derselben ist in dem Steinbock, der dritte im Widder, der vierte im Krebs. Dieselben Fragen kehren wieder. So bekommen die Schüler eine richtige Anschauung von den 4 Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne. Kann man das Zimmer dunkel machen und in der Mitte des Tisches eine Lampe, welche die Sonne vorstellt, anbringen, desto besser. Es ist ein Leichtes; darum versäume man es nicht! Was die Schüler bei der ersten Bewegung noch nicht deutlich erschaut haben, wird bei der zweiten hervortreten.

3) Wiederum die erste Stellung! Das Frühere wiederholt! Beobachtet jetzt, auf welchen Punkt der Erdoberfläche die Sonnenstrahlen senkrecht fallen! Antwort: Auf die Punkte, welche auf dem Aequator liegen. Wie weit reichen die Sonnenstrahlen? Antwort: Vom Südpole bis zum Nordpole. Nun wird die Erde auf ihrem Standpunkte um die Achse gedreht. Folgerung: Am 21. März scheint sie durch den Aequator zu laufen, jeder Ort der Erdoberfläche bleibt eben so lange auf der Tag-, als auf der Nachtseite, auf der ganzen Erde sind Tag und Nacht gleich. Hierauf läßt man die Erde nach der Richtung zum 2ten Hauptstandpunkte hin, etwa ein Zeichen, fortwandern.

Was zeigt sich? Die Sonne ist nordwärts vom Aequator gerückt, der Sonnenstrahl trifft Orte senkrecht, welche nordwärts

vom Aequator liegen, sie scheint über den Nordpol hinaus, am Südpol ist fortwährend Nacht, die Erde mag sich um die Achse drehen, wie sie will. Mehr als die Hälfte der Parallelkreise, auf welchen die Orte der nördlichen Halbkugel liegen, ist erleuchtet, auf der südlichen Halbkugel weniger; dort nehmen die Tage zu, hier ab.

4) Zweite Stellung. Die Erde steht im Steinbock, die Sonne im Krebs.

Der Sonnenstrahl trifft senkrecht die Orte auf dem Wendekreise des Krebses. Durch die Achsendrehung beschreibt sie diesen Kreis. Sie scheint über den Nordpol hinaus bis auf die andre Seite des nördlichen Polarkreises, im Süden berührt die Lichtgränze nur einen Punkt des südlichen Polarkreises. Die Orte der nördlichen Halbkugel haben den längsten, die der südlichen den kürzesten Tag. Je weiter ein Ort gegen Norden liegt, desto länger dauert sein Tag. Die auf dem nördlichen Polarkreis wohnen, haben einen 24stündigen Tag, die weiter nördlich wohnen, mehrere Monate, der Nordpol hat schon 3 Monate Tag gehabt.

In derselben Weise wird die Bewegung der Erde fortgesetzt, so daß an der dritten und vierten Hauptstellung alle Erscheinungen wahrgenommen, mit Worten angegeben und gezeigt werden.

Die Hauptsachen, auf die es ankommt, sind:

1) Erkennung der Punkte der Erdoberfläche, welche in irgend einer Stellung der Erde den Sonnenstrahl senkrecht empfangen; 2) die damit zusammenhängende, aus ihr folgende Lichtgränze (Gränze der beleuchteten Erdhälfte); 3) die damit wieder zusammenhängende Länge der Tage und Nächte in verschiedenen Breiten.

Ein Viertes wäre nun noch, die Art des Heraufkommens der Sonne über den Horizont irgend eines Ortes, wenigstens auf den 4 Hauptstationen, zu erkennen. Zu dem Ende bringt man einen Ring an der Erdkugel an, der ungefähr eine solche Weite (Oeffnung) hat, daß er über die Erdkugel so geschoben werden kann, daß er überall 90° von dem Orte, von dessen Horizont die Rede, entfernt ist. Alsdann braucht man nur auf den 4 Stationen die Erdkugel um die Achse zu drehen, und zu beobachten, wie die Sonne sich über den Horizont erhebt und wieder unter demselben

verschwindet. Diese kleine Vorrichtung ist besonders lehrreich. Die etwa nachgebliebene falsche Auffassung des Auf- und Untergehens der Sonne verschwindet auf einmal.

Nimmt man an verschiedenen Stellen des nachgemachten Umlaufes der Erde um die Sonne die Achsendrehung vor, so wird man sich davon überzeugen, wie die Ekliptik so, wie sie auf den Erdgloben dargestellt zu werden pflegt, gar nicht dahin gehört, und den Anfänger nur zu falschen Vorstellungen verleitet. Man muß darauf bei dem Gebrauche eines künstlichen Globus, dessen eine Schule nicht leicht entbehren kann, ganz besonders aufmerksam machen.

Lehrreich ist es dagegen, einen Faden von der Sonne aus an irgend einem Punkte des Erdäquators zu befestigen und von der Frühlingsstation aus die Achsendrehung machen zu lassen. Alsdann windet sich der Faden so um die Erde, wie die Sonne über derselben Kreise zu beschreiben scheint. Der Faden bildet eine Spirallinie von dem Aequator bis zum nördlichen Wendekreis und von da wieder zurück. Auf einem größeren Globus kann man diese Darstellung auch mit einem Stück Kreide machen.

Um sich zu überzeugen, in welchem Grade der Schüler die Sache gefaßt hat, thut man zweierlei:

1) Man begiebt sich mit ihm wieder auf einen freien Horizont und läßt ihn Alles, was er bisher in dem Zimmer zugelernt hat, an dem Himmel und an dem Horizont nachweisen. Hier kann der Horizont auch die Ekliptik vorstellen; die Zeichen des Thierkreises bestimmt man an der Gränze des Horizontes durch Bäume, Häuser u. s. w., oder durch 12 Menschen, die in gewisser Entfernung in einem Kreise aufgestellt werden. Die Lage des Aequators wird durch Bewegung eines Stabes dargestellt. Alles wird durchgesprochen!

2) Man stellt dem Schüler die Aufgabe, Zeichnungen zu entwerfen über die Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne.

Er wird, wenn er die Sache verstanden hat, eine Figur liefern, die etwa Fig. 23. ähnlich ist. In derselben stellen die Linien ns die Lagen der sich parallel bleibenden Achse, ae den Aequator dar. Die Stellung der Erde zur linken Hand ist die, welche sie am 21. Juni, die zur rechten Hand die, welche sie am 21. December inne hat. hr scheidet die Licht- von der Schattenseite. In der Figur links bezeichnet wk den nördlichen Wendekreis, dessen Orten jetzt die Sonne durch den Scheitelpunkt geht; in der Figur rechts bezeichnet bo den südlichen Wendekreis u. s. w.

Die beiden andern Stellungen der Erde sind die in den Aequinoctien. Da aber an diesen Tagen der Sonnenstrahl den Aequator senkrecht trifft

und die Figur dieses nicht darstellt, so muß für diese beiden Stellungen eine andre Figur entworfen werden.

Etwa Fig. 24. ns stellt die Lage der Erdachse, ae den Aequator vor. ns scheidet zugleich die der Sonne zugekehrte, beleuchtete Hälfte von der ihr abgewandten, dunklen ab. Es zeigt sich, daß die Sonne vom Nordpole bis zum Südpole scheint und Tag und Nacht auf der Erde gleich sind.

1. Nun endlich ist es zu rathen, den Schülern ein Tellurium zu zeigen, eine Maschine, an der die Sonne durch eine Lampe, die Erde durch eine in der rechten Stellung gegen die Ekliptik geneigte, um die Achse und um die Sonne drehbare Kugel dargestellt ist. Mehr darf zuerst an der Maschine nicht gezeigt werden. Der Mond bleibe noch ganz aus dem Spiel! Fängt man, wie es noch hie und da geschieht, den Unterricht mit Modellen und Maschinen an, so verdammt man (in der Regel) die Schüler zur Unfähigkeit, jemals die Sache zu begreifen. Nur zur rechten Zeit leisten jene gute Dienste. Mit dem Gehen auf Krücken fängt man nicht an.

2. Endlich kann man nun auch den Erdglobus für sich gebrauchen. Es taugt nicht, wenn man ihn zu Anfang in isolirte Betrachtung zieht. Der Anfangsunterricht in der gewöhnlichen Geographie mag es thun; hier kommt es nur auf eine anschauliche äußere Auffassung der Configuration der Länder und auf historische Annahme der in späterem Unterricht zu erläuternden Namen: Aequator, Wendekreise u. s. w. an. Der Unterricht ist dogmatisch. Aber ein bildender Unterricht in der mathematischen Geographie wird nie mit dem Globus beginnen. Man muß die Erde immer in ihrer Verbindung mit dem Ganzen, besonders mit der Sonne, denken. Liegt diese im Geiste des Schülers fest, dann kann man den Globus auch für sich betrachten, nicht früher.

Wir setzen voraus, daß die Schule einen Erd-Globus besitze, eine billige Voraussetzung, da er zu den lehrreichsten Lehrmitteln gehört und zweckmäßige Erdgloben jetzt für einen Spottpreis zu haben sind. *) Sollte eine Schule aber auch diese kleine Anschaffung nicht machen können, so wird doch wohl ein Drechsler in der Nähe sein, der eine hölzerne Kugel zu drehen versteht. Das Uebrige ist Sache des Lehrers. Der künstlichen Apparate bedarf die Volksschule nicht.

1) Zuerst wird der Schüler mit dem Globus bekannt gemacht, mit der Erdachse, den Meridianen und Parallelkreisen, dem messingenen Meridian, dem feststehenden Horizont u. s. w.

2) Nun bringt man ihn in die 3 Hauptpositionen: für den Aequatorbewohner, den Bewohner eines Poles, für einen Ort von mittlerer Breite. In einer jeden werden die Bewegungen gezeigt und die Erscheinungen, die dadurch entstehen.

3) Die Sätze von der geographischen Länge und Breite werden zurückgerufen; mehrerer Orte geographische Länge und Breite wird bestimmt.

Daran

---

*) Adami, Lehrer in Potsdam, liefert brauchbare Globen, das Stück für 2 Rthlr.; Greßler bei Cölleda 5 verschiedene Sorten, das Stück für 1, 3, 4½, 7½ und 10 Rthlr.

Daran knüpft sich Neues über die Nebenbewohner, Gegenbewohner und Gegenfüßler (Antipoden).

Unsre Nebenbewohner sind diejenigen, welche mit uns denselben Parallelkreis bewohnen, aber 180° von uns entfernt sind. Folglich haben sie mit uns gleiche geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Was theilen sie mit uns in Betreff der Jahres- und Tageszeiten, der Zone und des Klima's?

Antwort. Da sie mit uns dieselbe Halbkugel bewohnen, so haben sie dieselbe Jahreszeit, die wir haben. Da sie aber 180° von uns entfernt sind, so haben sie entgegengesetzte (?) Tageszeit. Wenn uns die Sonne aufgeht, so geht sie ihnen unter (?); ist es bei uns Mittag, so haben sie Mitternacht.

Daß Nebenbewohner in derselben Zone und demselben Klima leben, leuchtet für sich ein.

Gegenbewohner sind diejenigen, welche gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und dieselbe geographische Länge haben. Folglich wohnt der eine eben so weit nördlich, als der andre südlich vom Aequator, und beide unter demselben Meridian.

Wie steht es mit ihnen in Betreff der obigen 4 Stücke?

Antwort. Da sie auf verschiedenen Halbkugeln, welche der Aequator von einander trennt, wohnen, so haben sie entgegengesetzte Jahreszeiten, der eine hat den längsten Tag, wenn der andre den kürzesten hat u. s. w. Da sie aber unter demselben Meridian wohnen, so culminirt ihnen die Sonne in demselben Augenblick, sie haben also zu gleicher Zeit Mittag und Mitternacht.

Leichtsinnige Schüler werden daraus schließen, daß es bei den Gegenbewohnern auch zu gleicher Zeit, in demselben Augenblicke, Morgen und Abend wird. (!)

Gegenbewohner wohnen in entgegengesetzten, aber gleichen Zonen und in einerlei Klimaten. (Das Wort Klima in dem oben angegebenen Sinne genommen; sonst weiß man, daß Orte, von gleicher geographischer Breite auf verschiedenen Halbkugeln, darum nicht gleiches Klima, d. h. dieselbe Temperatur und was damit zusammenhängt, haben.)

Gegenfüßler sind diejenigen, welche an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen. Sie haben also gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Sie wohnen auf entgegengesetzten Halbkugeln, der eine auf der nördlichen, der andre auf der südlichen, der eine auf der östlichen, der andre auf der westlichen. (Auf welcher Halbkugel wohnt der Aequatorbewohner, auf der nördlichen oder südlichen? Auf welcher der Polbewohner, der östlichen oder westlichen? Welche Menschen wohnen auf gar keiner; welche nur auf einer Halbkugel? Sind das räthselhafte Fragen?) Folglich haben Gegenfüßler entgegengesetzte Jahres- und entgegengesetzte Tageszeiten. (Auch die, auf welche eben durch Fragen hingedeutet wurde?) Gegenfüßler wohnen in gleichen, aber entgegengesetzt liegenden Zonen und in gleichen Klimaten. (Wiederum: alle?)

Unser Zenith ist das Nadir unsrer Antipoden, und umgekehrt. Alles,

was über unserm Horizont ist, ist in demselben Augenblick unter dem ihrigen; was uns aufgeht, geht ihnen unter, und umgekehrt. Ihre wahren Horizonte fallen in dieselbe Ebene.

Zusammenstellung des Wesentlichsten.

Nebenbewohner: dieselbe Jahreszeit, entgegengesetzte Tageszeit;
Gegenbewohner: entgegengesetzte — , dieselbe —
Gegenfüßler: entgegengesetzte — , entgegengesetzte —

Wo ist also ein einfacher, wo ein doppelter Gegensatz? In welcher Beziehung vermittelt der Nebenbewohner und der Gegenbewohner die Extreme der Gegenfüßler?

Aufgabe. An einer Figur Nebenbewohner, Gegenbewohner und Gegenfüßler darzustellen!

Fig. 25. NASC sei ein Meridian, NS die Erdachse, AQ der Aequator, BC und DE Parallelkreise, gleich weit vom Aequator entfernt, DC und BE folglich Erddurchmesser. Alsdann wohnen:

in B und C, in D und E Nebenbewohner;
in B und D, in C und E Gegenbewohner;
in B und E, in C und D Gegenfüßler.

Fragen. Wo wohnt der Nebenbewohner von N? von S?

Welche Nebenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?

Wo wohnt der Gegenbewohner von A?

Welche Gegenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?

AQ oder NS ist der gemeinschaftliche wahre Horizont — welcher Gegenfüßler?

Geographische Länge Berlins (östlich) $=31°$, nördliche Breite $=52\frac{1}{2}°$. Unter welchen Längen- und Breitengraden wohnen die Neben- und Gegenbewohner und die Gegenfüßler Berlins?

Wie viel Uhr ist es unterm Meridian von Paris, der 20° östlich vom ersten Meridian liegt, wenn es in Berlin gerade Mittag ist?

Ist zu gleicher Zeit auf der Erde Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht? Wo liegen die Orte, die in dem Augenblicke, wenn Berlin Mittag hat, Morgens 6 Uhr, Mitternachts 12 Uhr, Abend 6 Uhr haben? Wie viel Uhr ist es, wenn man in Berlin den 30. Mai Abends 10 Uhr schreibt, an Orten, welche unter den Meridianen von 121, 211, 301 Grad (östlich) liegen? Giebt es demnach nur ein heute, oder auch zu gleicher Zeit ein gestern und morgen auf dem Erdball?

4) An dem Globus lassen sich noch mancherlei Aufgaben anlösen; für den Schulunterricht sind manche zu künstlich, oder nur in nächster Nähe zu vollziehen; doch wollen wir später zu einigen veranlassen. Hier benutze man ihn noch zu einer Auseinandersetzung. Sie kann zwar übergangen werden, aber sie befestigt die richtige Ansicht von einer der wesentlichsten Vorstellungen: der Schiefe der Ekliptik und allem dem, was davon auf der Erde — Jahreszeiten, Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte, physische Klimate, Vegetation, Animalisation u. s. w. — abhängt.

Man stellt darum die Frage: Was für Folgen würde es für die Erd-

oberfläche haben, wenn die Schiefe der Ekliptik eine andre, entweder $=0$, oder $=90°$, oder $<90°$, aber $>23\frac{1}{2}°$ wäre? Der Globus ist zur Hand.

a) Wäre die Schiefe der Ekliptik $=0$, d. h. fiele sie mit der Aequatorebene zusammen, so wären auf der ganzen Erde beständig Tag und Nacht einander gleich, die Pole hätten die Sonne beständig im Horizont, auf der ganzen Erde herrschte eine constante mittlere Temperatur für jeden Tag, die Sonne erreichte für den Horizont von Berlin täglich eine Höhe von $37\frac{1}{2}°$, Cerealien und Obst würden nicht mehr reif werden u. s. w.

b) Wäre die Schiefe der Ekliptik $=90°$, d. h. stände ihre Ebene senkrecht auf der Ebene des Aequators, die Erdachse läge in der Ekliptik und bliebe sich parallel, was würde geschehen?

1) Für einen Ort auf dem Aequator?

An einem bestimmten Tage würde ihm die Sonne im Nordpunkte des Horizontes stehen, am nächsten Tage und an den folgenden sich wenig über den Horizont erheben, doch täglich höher steigen, nach einem Vierteljahre ihm durch's Zenith gehen, dann sich nach Süden zu senken, nach $\frac{1}{2}$ Jahre im Südpunkte des Horizontes erscheinen u. s. w., Tag und Nacht das ganze (?) Jahr hindurch gleich machen, 2mal im Jahre sehr große Hitze und sehr große Kälte erzeugen u. s. w.

2) Für die beiden Pole?

An jenem Tage würde die Sonne dem ihr zugekehrten Pole im Zenith stehen, ein Vierteljahr früher über seinen Horizont heraufgekommen und täglich höher gestiegen sein, ohne unterzugehen, in einer Schraubenlinie sich zum Zenith erhebend, von jenem Tage ab sich dem Horizont wieder nähern und nach einem Vierteljahre unter denselben verlieren, und ein ganzes halbes Jahr unsichtbar bleiben, folglich im Sommerhalbjahr die größte Hitze, im Winterhalbjahr die größte Kälte erzeugen u. s. w.

3) Für einen Ort von mittlerer Breite, z. B. Berlin, $52\frac{1}{2}°$?

Die Sonne geht im Jahre durch eine Bahn, welche auf dem Aequator senkrecht steht, und ihre Tagbogen liegen mit dem Aequator parallel. An jenem Tage steht die Sonne im Nordpol des Himmels, macht keinen sichtbaren Bogen, steht scheinbar still. Die Sonne geht nicht unter. Von da ab bewegt sie sich in einer Schraubenlinie von Ost gen West dem Horizonte zu, geht, wenn sie sich $37\frac{1}{2}°$ vom Nordpol entfernt hat, durch das Zenith von Berlin, fängt aber erst, nachdem sie sich $52\frac{1}{2}°$ vom Pol entfernt hat, an, unterzugehen; $\frac{1}{4}$ Jahr nach jenem Tage macht sie Tag und Nacht gleich, geht immer südlicher, sinkt immer tiefer, bis sie, $37\frac{1}{2}°$ südlich vom Aequator unter dem Horizont ganz verschwindet und viele Tage gar nicht aufgeht u. s. w. Ein sehr kalter Winter wird also auf einen sehr heißen Sommer folgen.

c) Wäre die Schiefe der Ekliptik $<90°$, aber $>23\frac{1}{2}°$, so würde für Berlin die Ungleichheit der Tage und Nächte, der Unterschied der Jahreszeiten größer werden, die Sommer würden heißer, die Winter kälter sein, die Breite der heißen und kalten Zonen würde zu-, die der gemäßigten abnehmen, kurz der Einfluß auf alle Verhältnisse würde bedeutend sein.

Nun ändert sich die Schiefe der Ekliptik etwas, aber wenig, und die

Veränderung ist in bestimmte Gränzen eingeschlossen. Für den Bestand der jetzigen Verhältnisse auf der Erdoberfläche ist demnach gesorgt. Er ist bedingt durch den regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten. Je mehr sich der Winkel, unter welchem der Sonnenstrahl die Horizontebene trifft, dem rechten nähert, desto energischer trifft der Strahl die Ebene, gerade wie beim Anprallen des Schalles, einer Kanonenkugel u. s. w. Je schiefer die Strahlen fallen, desto schwächer ist ihre Wirkung, desto mehr zerstreuen sie sich, desto geringer ist auch die Erleuchtung. Daß wir keinen bedeutenden Unterschied zwischen der Helligkeit eines hellen Mittags im Winter und Sommer bemerken, rührt ohne Zweifel daher, daß sich das Auge der Art der Beleuchtung accommodirt. Wir würden anders urtheilen, wenn wir einen Sommer- und Wintermittag bei gleich klarem Himmel neben einander hätten. —

Noch könnten wir uns vorstellen, daß der Unterschied der großen und kleinen Achse der Ellipse, in welcher sich die Erde um die Sonne bewegt, größer wäre, als er ist: was für Folgen würde dieses haben?

Ohne Zweifel wird auf der Erde, wenn sie in der Sonnennähe (im Perihel) steht, mehr Wärme entwickelt, als wenn sie in der Sonnenferne steht. Wäre dieser Unterschied groß, so könnten wir von Sommer und Winter der ganzen Erde reden. Alsdann wären zu combiniren Sommer und Winter des ganzen Planeten mit Sommer und Winter beider Halbkugeln, 4 Combinationen. Es könnte zusammenfallen:

a) Sommer des ganzen Planeten mit dem Sommer einer Halbkugel, und folglich auch Winter des ganzen Planeten mit dem Winter der andern Halbkugel;

b) Sommer des ganzen Planeten mit dem Winter einer Halbkugel. Durch a würden sehr heiße Sommer und sehr kalte Winter entstehen; durch b könnte, mehr oder weniger, eine gegenseitige Ausgleichung entstehen. (—Ist b vielleicht schon in a enthalten?)

Anmerk. Wie Hausmannskost die gesundeste Kost ist und die selbstgezogenen Früchte dem Magen besser bekommen als die gekauften: so leisten auch die selbst-ersonnenen und selbst-verfertigten Lehrmittel mehr als die von Andern erdachten und ausgeführten.

Ich bin darum auch bemüht gewesen, mir eigene Lehrmittel zur Veranschaulichung mathematisch-geographischer und astronomischer Verhältnisse zu verschaffen. Zu den besten gehören:

a) Modelle, welche die sogenannten verschiedenen Sphären (die gerade oder senkrechte, die parallele und die schiefe) veranschaulichen. Sie bestehen in kreisförmigen Scheiben von Holz, in der Mitte ausgeschnitten, um eine Kugel, welche die Erde vorstellt, hineinzuschieben, und mit dicken Messingdräthen umzogen, zur Darstellung der verschiedenen Haupteirkel am Himmel.

b) Ein einziges Modell, an dem sich alle Haupterscheinungen am Himmel und auf der Erde veranschaulichen lassen. Eine messingene Achse, um welche die durch Messingdräthe dargestellten Cirkel mit einem messingenen Gürtel, welcher den Thierkreis vorstellt (Alles fest mit einander vereinigt), gedreht werden können, doch so, daß die Achse herausgezogen werden kann.

Dieses ist nöthig, um eine Kugel, welche die Erde vorstellt, die in verschiedenen Richtungen durchbohrt ist, in verschiedenen Lagen auf die Achse in ihrer Mitte aufschieben zu können. Daselbst wird sie durch eine auf der Achse verschiebbare Schraube befestigt. Um die Erdkugel herum ist eine hölzerne, um eine Achse bewegliche Scheibe gelegt, durch welche man die verschiedenen wahren Horizonte aller Orte auf der Erde darstellt. Durch einen Stift kann man sie in verschiedenen Lagen feststellen. Dieser beweglicher Horizont macht das Auszeichnende des Modells aus. Dreht man jene vereinigten Messingringe um die ruhende Erde, so hat man die Erscheinungen, wie sie sich täglich ereignen; und dreht man die Erde mit dem Horizonte um die Achse, so hat man die Wahrheit.

Diese einfache Vorrichtung, für wenige Thaler zu beschaffen, leistet mehr als irgend eins der mir bekannten Modelle, vorzüglich wegen des beweglichen Horizontes. *) — An den gewöhnlichen Erd- und Himmelsgloben

---

*) Eine methodische Bemerkung (ich denke mir unter meinen Lesern vorzüglich Lehrer) sei mir hier noch erlaubt. Sie gehört hieher. Denn wir stehen jetzt (wo das Modell gebraucht wird) auf der Stufe der Erklärung der Erscheinungen aus der Wahrheit. Die Leser wollen den sich schließenden Cirkel bemerken: 1) sinnliches Anschauen; 2) Erschließen des Wahren aus dem Schein. Analytischer, regressiver Gang, von den Folgen und Wirkungen aufwärts zu den Gründen und Ursachen. (Induction! Die Astronomie gehört zu den inductiven Wissenschaften.) Sobald so aus dem Einzelnen und Concreten das Allgemeine und Abstracte gefunden ist, kehrt sich der Gang um, indem man aus den Ursachen die Wirkungen ableitet, synthetisch. (Deduction!) Die alte, verkehrte Methode war die synthetische, darum lernten die Schüler nichts, hörten leere Wortschälle und verdummten. Man verpflanzte den Schüler in die Sonne und sagte ihm, wie von da die Welt aussehe, oder zeigte ihm ohne Vorbereitung die Erscheinungen an einem hölzernen Globus. Daß er dadurch nicht lernte, sich die Sache selbst vorzustellen, beweis't der Umstand, daß er sich dieselbe nicht ohne die Zeichnung an der Tafel, nicht ohne den Globus denken konnte. Wie sehr von dieser fehlerhaften Manier die Weise, die wir eingeschlagen, abweicht, liegt dem Leser vor Augen. Aber (und dies wollte ich eigentlich sagen) mit der analytischen Weise ist es nur dann genug, wenn sie nicht nur in die synthetische übergeht, sondern wenn man beide mit einander verbindet, d. h. wenn nicht bloß gezeigt wird, wie die Dinge erscheinen und wie sie sind, sondern wenn die Erscheinungen aus dem Sein abgeleitet werden. Zu obigem 2) muß also Nr. 3) Ableitung der Erscheinung aus der Wahrheit, hinzukommen, womit dann der Lehrgang zu einem organischen Ganzen sich abschließt Denn mit Recht betrachtet man die Erscheinungen zuerst aus dem natürlichen, gegebenen Standpunkte des Menschen; nachher von der Sonne aus; zuletzt wieder von der Erde aus. Dies Dreifache stimmt nun schönstens mit der Geschichte der Wissenschaft zusammen. Den ersten Cursus liefert die Ptolemäische, den zweiten die Copernicanische, den dritten die Newton'sche Weltansicht. Der dritte vereinigt

hat der Horizont eine feste Lage, und man muß die Kugel nach dem Horizonte stellen. Das Umgekehrte ist das Richtige. Die Erde hat eine feste (constante) Stellung, der Horizont ist für jeden Ort ein anderer, und er dreht sich mit dem Orte täglich herum. Darum leistet die angegebene Vorrichtung so Vorzügliches. *)

B. Erde, Sonne und Mond.

1. Es ist unsre Aufgabe, die Erscheinungen des Mondes zu begreifen, zu wissen, wie sie entstehen. Zu dem Ende haben wir uns zunächst die äußeren Erscheinungen desselben zu vergegenwärtigen.

Nachdem dieses geschehen, wird gleich die Frage entstehen, ob sich die Bewegungen, die er zeigt, wirklich ereignen, oder ob sie, wie bei der Sonne, nur durch die Bewegung eines andern Körpers, nämlich der Erde, hervorgerufen werden.

Die Antwort ist nach allem Früheren nicht schwer.

Die Bewegung, die er zu haben scheint, ist eine zwiefache.

Erstens täglich um die Erde, innerhalb 24 Stunden (und 50 Minuten). Diese hat er nicht, diese hat die Erde, welche sich in 24 Stunden von Abend gegen Morgen um die Achse wälzt. Daß der Mond nicht genau in 24 Stunden wieder im Meridian erscheint, rührt von seiner wirklichen Bewegung um die Erde, durch den Thierkreis nach der Ordnung der Zeichen hindurch innerhalb 27 Tagen 8 Stunden, her. Diese Bewegung

---

die zweite Ansicht mit der ersten, erklärt diese aus jener. Ohne diese Vereinigung liegen die beiden Curse wie zwei von einander getrennte Welten auseinander; sie erst liefert „die Rückübersetzung des Copernicanischen Systems in das Ptolemäische", oder wie die Gelehrten sich ausdrücken: Die geocentrischen Oerter werden in heliocentrische, die heliocentrischen in geocentrische verwandelt. Und wie zuerst alle Bewegungen auf der festen Unterlage der unveränderlichen Fixsternen-Welt beobachtet, dann von ihr abgelöset und für sich betrachtet wurden, so werden sie zuletzt wieder darauf übergetragen, d. h. mit der Astrognosie beginnt der ganze Lehrgang und er endigt mit ihr.

*) Dasselbe gilt von der von Herrn Sachs construirten Maschine, die er in der Schrift: „Diagonon, eine Maschine zur versinnlichten Anschauung ꝛc., Berlin, 1844, bei Schropp" (98 S., 10 Sgr.) beschrieben hat. Das Instrument kostet 50 Rthlr. — Jene einfache Vorrichtung leistet im populären Unterricht alles Erwünschte.

hat er wirklich. Er, als der kleinere Körper, bewegt sich um den viel größeren, die Erde, und zwar innerhalb eines Jahres 12 bis 13 Mal. Er begleitet folglich die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, folglich hat er wirklich eine doppelte Bewegung: um die Erde und mit der Erde um die Sonne. Wir müssen die Art dieser Bewegung und der dadurch entstehenden Bahn näher erwägen.

2. Steht der Mond heute bei einem bestimmten Stern im Thierkreise, so wird er morgen 13° östlicher von demselben gesehen. Er muß folglich, da ein Stern, der mehr westlich steht, früher durch den Meridian eines Ortes auf der Erde (welche sich von Westen nach Osten dreht) geht, als ein andrer, später durch denselben gehen. Wir wissen, es geschieht im Mittel 50 Minuten später.

Dieses veranschaulichen wir uns an der Erdkugel, um welche sich eine andre kleinere Kugel, die den Mond vorstellt, in der Ordnung dreht, in welcher die Erde sich selbst umwälzt. Wegen des Fortrückens des Mondes innerhalb 24 Stunden kommt er morgen nothwendig später durch den Meridian. In Bezug auf einen Stern beträgt es für die Sonne 4 Minuten, für den Mond 50; seine wirkliche Bewegung ist folglich $\frac{50}{4} = 12\frac{1}{2}$mal so schnell als die scheinbare der Sonne.

3. Die Ebene der Mondbahn fällt nicht zusammen mit der Ebene der Erdbahn, der Ekliptik, sie macht einen Winkel von 5° mit derselben, er bleibt also, da die Ränder des Thierkreises 20° von einander abstehen, innerhalb desselben. In jedem Monat geht er folglich durch einen aufsteigenden und einen absteigenden Knoten. Fallen diese in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde oder deren Verlängerung, so entsteht eine Sonnen- oder eine Mondsfinsterniß. *)

Der Aequator des Mondes hat gegen die Erdbahn eine kleine Neigung von $1\frac{1}{2}°$, und gegen die Mondbahn eine Neigung von $5 + 1\frac{1}{2} = 6\frac{1}{2}°$. Jene ist für die physische Beschaffenheit der

---

*) Die Finsternisse ereignen sich also immer in der scheinbaren Sonnenbahn. Ekliptik heißt Bahn, in welcher Verfinsterungen eintreten.

Mondoberfläche von besondrer Wichtigkeit, weil von ihr die physischen Klimate abhangen. Davon später.

4. Fragen wir, ob seine Entfernung von der Erde immer dieselbe ist oder nicht, d. h. ob er sich in einem Kreise oder in einer andern krummen Linie um die Erde bewegt, so müssen wir an die Sehewinkel denken, die seine Scheibe in dem Auge des Beobachters macht. Diese sind nicht immer einander gleich; ungefähr ist er ein halber Grad = 30 Minuten, folglich ist seine scheinbare Größe ungefähr gleich der der Sonne. Aus dem Unterschiede der Sehewinkel haben die Astronomen seine größte und kleinste Entfernung von der Erde berechnet, jene = 54000, diese = 48000 Meilen gefunden. Seine mittlere Entfernung ist folglich 51000 Meilen, und er hat eine Erdnähe und eine Erdferne (Perigäum und Apogäum). Nehmen wir sie zu 50000, die mittlere Entfernung der Sonne zu 20 Millionen Meilen an, so ist die Entfernung des Mondes $\frac{1}{400}$ der Entfernung der Sonne. Damit verglichen, ist er also der Erde sehr nahe. Da er bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der andern Seite steht, so beträgt der Unterschied seiner größten und kleinsten Entfernung von der Sonne 2mal 50000 = 100000 Meilen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist gleich der der Erde von der Sonne, 21 Millionen Meilen. *)

Da seine mittlere Entfernung von der Erde = 51000 Meilen und der Durchmesser der Erde = 1720, so ist dieser in runder Zahl 30mal in ihr enthalten, d. h. 30 aneinander gereihete Erdkugeln reichen bis zum Monde (60 Erdhalbmesser).

5. Fragen wir nach der Gestalt seiner Bahn vermöge seiner doppelten Bewegung um die Erde und um die Sonne, so begreifen wir leicht, daß sie keine einfache Ellipse sein kann; denn die Erde steht während eines Umlaufes des Mondes um sie nicht still.

Denken wir uns, daß ein Rad, dessen Achse still steht, um dieselbe geschwungen wird, so beschreibt jeder Nagel am Umfange des Rades einen Kreis um den Mittelpunkt der Achse. Bewegt sich das Rad zugleich vorwärts, wie das Rad eines fortgezoge-

---

*) Es kommt oben nur auf den Bruch $\frac{1}{400}$ an; daher die ungefähren Zahl-Annahmen. Elementare Richtigkeit ist eine andre als wissenschaftliche.

nen Wagens, so ist die Bahn eines am Umfange desselben befindlichen Nagels kein Kreis mehr. Er bleibt zwar in gleicher Entfernung von dem Mittelpunkte der Achse, aber bald ist er vor, bald hinter derselben. Die krumme Linie, die er beschreibt, wird eine Radlinie (Cycloide) genannt. Aehnlichkeit mit ihr hat die Bahn des Mondes. Der Mittelpunkt derselben, die Erde, geht aber nicht, wie die Achse eines Wagens, auf einer geraden Linie, sondern in einer krummen, beinahe kreisförmigen Bahn vorwärts. (Die Bahn des Mondes ist eine Epicycloide.)

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber!

Fig. 26. AB, BC, CD u. s. w. seien gleiche Theile der Erdbahn, deren jeder in etwa 4 Tagen von der Erde zurückgelegt wird. Alsdann wird der Mond, wenn die Erde in H ankommt, d. h. 7 dieser Theile in 28 Tagen zurückgelegt hat, ungefähr einen Umlauf um sie gemacht haben. Die um A, B, C u. s. w. beschriebenen kleinen Kreise stellen die Bahn des Mondes vor, die er beschreiben würde, wenn die Erde still stände. Er stehe am 1. Januar in a. Während die Erde von A nach B geht, hat er den 7ten Theil seiner Bahn um sie vollendet, er wird sich etwa in b befinden. Der Weg, den er zurückgelegt hat, wird folglich durch die Linie ab dargestellt. Nach abermals 4 Tagen kommt die Erde in C, der Mond in c an; nach 4 ferneren Tagen sind sie in D und d, dann in E und e, F und f, G und g, H und h. Die Bahn des Mondes ist folglich die Linie abcdefgh. Die Erde hat in dieser Zeit beinahe ein Zeichen des Thierkreises durchschritten, der Mond ist in allen Zeichen erschienen und hat seinen Lauf von a bis h in $27\frac{1}{3}$ Tagen zurückgelegt.

6. Der Mond ist kein scheibenartiger, sondern ein kugelförmiger Körper. Die Astronomen haben seinen Durchmesser 468 geographische Meilen lang gefunden. Er beträgt also etwas mehr als $\frac{1}{4}$ des Erddurchmessers. Da sich die Oberflächen zweier Kugeln wie die Quadratzahlen der Durch- und Halbmesser verhalten, so ist auf der Mondoberfläche etwa der 14te Theil des Raumes der Erdoberfläche. Die Cubikräume zweier Kugeln verhalten sich wie die Cubikzahlen der Durch- oder Halbmesser. Der Mond nimmt ungefähr den 50sten Theil des Raumes der Erde ein; 50 Mondkugeln, zu einer Kugelmasse vereinigt, erfüllen den Erdraum.

7. Mit bloßen Augen schon sieht man in der Scheibe des Mondes helle und dunkle Flecke, besonders wenn Vollmond ist, und zwar immer dieselben. Daraus folgt, daß der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt. Und was folgt daraus für die Achsendrehung des Mondes?

Man denke sich ihn um die Erde herumgehen. Was muß geschehen, wenn wir immer nur dieselbe Halbkugel sehen sollen?

Bewegt sich ein Mensch, im Kreise um uns herumwandernd, so, daß wir stets sein Gesicht, niemals den Hinterkopf sehen, so muß er sich allmälig in derselben Zeit, in der er um uns herumgeht, ganz herumgedreht haben. So auch der Mond: die Zeit seiner Achsendrehung fällt also mit der Zeit seiner Umdrehung um die Erde zusammen. In $27\frac{1}{3}$ Tagen dreht er sich einmal um seine Achse. Dieses ist die dritte Bewegung des Mondes. Während dieser Zeit hat er allen Zeichen des Thierkreises dieselbe Seite zugekehrt. Zur Veranschaulichung nehmen wir unsre Kugeln zur Hand! — —

8. Betrachten wir nun den Mond in Bezug auf die Sonne! Als Kugel wird stets die Hälfte seiner Oberfläche erleuchtet, die andre Hälfte dunkel sein. Wie lange hat ein Ort auf dem Monde Tag, wie lange Nacht?

Da er sich in derselben Zeit, in welcher er um die Erde läuft, in $27\frac{1}{3}$ Tagen, um seine Achse dreht, aber noch 2 Tage 4 Stunden mehr verfließen, ehe wieder dieselbe Lichtphase eintritt, so wechseln in einer Zeit von $29\frac{1}{2}$ Tagen für einen Ort auf der Mondoberfläche Tag und Nacht mit einander. Was bei uns in 24 Stunden geschieht, geschieht dort in $29\frac{1}{2}$ Tagen, folglich dauert dort die Zeit des Hellseins $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage, und eben so lang ist die Nacht eines Ortes $= 14\frac{3}{4} \times 24 = 354$ Stunden.

9. Wie viel sehen wir von der beleuchteten Seite des Mondes von der Erde aus? Natürlich den Theil, welcher der Erde zugekehrt ist. Kehrt er der Erde die ganze erleuchtete Hälfte zu, so sehen wir eine rund erleuchtete Scheibe; kehrt er ihr die dunkle (immer dieselbe) Seite zu, so sehen wir nichts. Jenes ist der Fall, wenn er 180^0 von der Sonne entfernt ist, ihr gegenüber steht, dieses, wenn er sich mit ihr an derselben Stelle des Himmels befindet.

Am deutlichsten wird dieses, wenn wir die Sonne durch eine Lampe, den Mond durch eine Kugel vorstellen und diese um die Erdkugel laufen lassen. Dieses müssen wir dem Leser überlassen. Wir entwerfen eine Zeichnung!

Fig. 27. E stelle die Erde vor, zur Rechten in unendlicher Entfernung stehe die Sonne, deren Strahlen, als parallel anzusehen, jedes Mal den Theil des Mondes beleuchten, der der Sonne zugekehrt ist; in unsrer Figur also immer die Seite rechts; die Seite links ist dunkel. Nur bedenke man, daß wir die Mondhalbkugel durch einen Halbkreis darstellen müssen.

Steht der Mond in a, von E aus gesehen scheinbar bei der Sonne, so kehrt er uns die dunkle Seite zu, wir sehen nichts von ihm, wir haben Neumond. Ist er nach b gerückt, so sehen wir einen kleinen Theil der beleuchteten Seite. Daß er nun wie eine Sichel mit Hörnern (die „Hörner des Mondes") aussehen muß, wird deutlich an der von der Lampe beschienenen Kugel. In d sehen wir die halb erleuchtete Scheibe, das erste Viertel, in g den vollen Mond, in k das letzte Viertel u. s. w. Wie er jedes Mal erscheint, ist durch die inneren Kreise dargestellt. Von a bis g hat er zunehmendes, von g bis a abnehmendes Licht. In jenem Falle ist, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, der zur rechten Hand des Beobachters befindliche Theil beleuchtet, in diesem der entgegengesetzte. Wenn Neumond eintritt, so steht er mit der Sonne in Conjunction, was in den Kalendern durch das Zeichen ☌ ausgedrückt ist; im Vollmond steht er mit der Sonne in Opposition, im Gegenschein ☍. In den Vierteln ist er 90° von der Sonne entfernt.

10. Denken wir uns mit dem Mondlaufe die Achsendrehung der Erde zusammen, daß beide von Westen gegen Osten geschehen, so begreifen wir den täglich später eintretenden Aufgang des Mondes, daß er im ersten Viertel 6 Stunden, als Vollmond 12 Stunden, als letztes Viertel 18 Stunden nach der Sonne aufgehen muß. Denkt man nun an die Zeit des Untergangs an diesen Tagen, so findet man leicht den Grund der Stellungen des Mondes über dem Horizont, und die Stunden, in welchen er denselben bescheint, wie es oben auseinander gesetzt worden ist. Steht er z. B. in d als erstes Viertel, so geht er 6 Stunden nach der

Sonne auf, 6 Stunden nach ihr unter, steht also bei Sonnenuntergang im Meridian und scheint am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht, u. s. w.

11. Denken wir daran, daß die Erde, während der Mond einmal um sie herumläuft, nicht stillsteht, sondern fast den 12ten Theil ihrer jährlichen Bahn um die Sonne zurücklegt, so begreift man, daß der nächste Vollmond sich nicht in demselben Zeichen des Thierkreises, sondern nur (ungefähr) im folgenden ereignen kann. Der Mond muß also von einem Vollmond bis zum andern etwas mehr als einen ganzen Umlauf um die Erde zurücklegen. Auf die Fixsterne bezogen, legt der Mond seine Bahn in $27\frac{1}{3}$ Tagen zurück. Aber es dauert, bis es wieder Vollmond wird, 2 Tage 4 Stunden länger, Summa $29\frac{1}{2}$ Tage. Jene Umlaufszeit nennt man den *siderischen*, diese den *synodischen* Monat. Man veranschaulicht sich dieses an der Vorrichtung mit der Lampe und den Kugeln. (Die Länge des siderischen Monats ist genau: 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten 12 Secunden, die des synodischen Monats: 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Secunden.)

An einer Uhr findet etwas Aehnliches statt. Um 12 Uhr stehen beide Zeiger über einander. Um 1 Uhr hat der große Zeiger einen ganzen Umlauf gemacht; aber noch steht er nicht wieder über dem kleinen. Er erreicht ihn erst ($5\frac{5}{11}$ Minuten) nach 1 Uhr wieder.

12. Endlich wollen wir uns die Finsternisse veranschaulichen: a) durch *eine Lampe und zwei Kugeln*, von welchen die kleinere um die größere läuft. Der Schatten beider muß, da die Sonne viel größer ist als jede von ihnen, kegelförmig gedacht werden (Schattenkegel), spitz zulaufend. Da die Erde viel größer ist als der Mond und die Entfernung desselben von ihr nur $\frac{1}{400}$ der Entfernung von der Sonne beträgt, so kann der Mond von dem Schattenkegel der Erde vollkommen verfinstert werden (totale Mondsfinsterniß). Aber nicht die ganze Erde kann zugleich vom Schattenkegel des Mondes verdunkelt werden; nur ein Theil derselben. Da aber die scheinbare Größe des Mondes ungefähr der der Sonne gleich ist *), so kann an einem bestimm-

*) Scheinbare Durchmesser des Mondes in seiner mittleren Entfernung $=31'$, in der Erdnähe $=33\frac{1}{2}'$, in der Erdferne $=29\frac{1}{2}'$.

ten Orte auf der Erde die Sonnenfinsterniß total, oder auch ringförmig sein. In der Regel sind es Theilverfinsterungen (partiale). Nicht jede Sonnenfinsterniß ist auf der ganzen Erde sichtbar. Alles dieses sieht man an der Bewegung der Kugeln.

b) Durch Zeichnungen.

Die Mondsfinsterniß. Fig. 28. be stelle die Sonne, ad die Erde vor. Ziehen wir von a und d Berührungslinien nach dem oberen und unteren Sonnenrande, ab und de, und verlängern sie bis c, so bildet cad den Schattenkegel der Erde. In jedem Punkte seines Raumes kann nichts von der Sonne gesehen werden, es ist der Kernschatten. Ziehen wir von a und d auch die Berührungslinien ae und db und verlängern sie über a und d hinaus, so entsteht ein Raum fadg, in dem es, außerhalb des Kernschattens cad, Punkte giebt, von welchen aus ein Theil der Sonne gesehen werden kann, nach denen also nicht von allen Punkten der Sonne Licht fällt, der Halbschatten. Je näher an ca und cd heran, desto dunkler. Jenseits fa und gd ist vollkommne Helle.

Trifft nun der Mond in k ein, so fängt die Verfinsterung durch den Halbschatten an, in h erst durch den Kernschatten u. s. w.

Bedenken wir, daß der Mond schneller läuft als die Erde, aber in derselben Richtung der Zeichen, so begreifen wir, warum eine Mondsfinsterniß am östlichen Rande des Mondes beginnt und am westlichen Rande aufhört. *)

---

*) Schüler, welche mit der Aehnlichkeit der Triangel bekannt sind, können an Fig. 28. die Aufgabe lösen, wie lang der Kernschatten der Erde Ec ist. Zieht man nämlich Sc, so ist $\Delta bSc \sim \Delta aEc$. Es verhält sich

$$bS : aE = Sc : Ec$$

$$bS - aE : aE = \left\{ \frac{Sc - Ec}{SE} \right\} : Ec,$$ d. h: Es verhält sich der Unterschied der Halbmesser der Sonnen- und Erdkugel zu dem Halbmesser der Erde wie die Entfernung der Erde von der Sonne zu der (gesuchten) Länge des Kernschattens der Erde. Die drei ersten Größen sind bekannt, folglich auch die vierte.

Es bleibt dem Schüler überlassen, dieselbe aus den wirklichen Zahlen auszurechnen (182 bis 189000 Meilen).

Damit ist die Frage zugleich gelöset, ob und wie weit sich der Kernschatten der Erde über den Mond hinaus erstreckt (über 51000 Meilen hinaus). — Durch Anwendung der Aehnlichkeit der Triangel läßt sich dann

Die Sonnenfinsterniß. Fig. 29. S die Sonne, M der Mond, E die Erde. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde zwischen a und b; zwischen b und c und zwischen a und d liegt der Halbschatten. Die Orte zwischen a und b sehen nichts von der Sonne, sie haben eine totale Sonnenfinsterniß; die Orte zwischen b und c und zwischen a und d eine partiale; von e aus z. B. sieht man den Theil der Sonne nicht, welcher unter g liegt. Jenseits c und d findet gar keine Finsterniß statt.

Bedenken wir, daß der Mond von Westen nach Osten oder von der rechten zur linken Hand läuft, und in dieser Richtung vor die Sonnenscheibe tritt, so begreifen wir, daß durch den östlichen Rand des Mondes die Sonnenfinsterniß beginnt, d. h. dieser Rand zuerst vor die Sonnenscheibe tritt, der westliche Rand desselben zuletzt sie verläßt.

Endlich begreift sich, daß die Mondsfinsterniß an allen Orten, wo sie überhaupt sichtbar ist, in demselben absoluten Augenblicke anfängt, nur zu andern Stunden an Orten, die nicht unter demselben Meridian liegen. Daher kann man die Mondsfinsternisse vortrefflich zu Längenbestimmungen benutzen.

---

auch leicht die Länge von hi finden, was zur Berechnung der Dauer einer Mondsfinsterniß dient. Man muß dabei natürlich an die bekannte Geschwindigkeit der Bewegung des Mondes denken, und nicht vergessen, daß sich Mond und Erde in einerlei Richtung um die Sonne drehen. Dadurch wird die Dauer eines Mondsfinsterniß verlängert. —

Die Zahl der Finsternisse überhaupt in einem Jahre beträgt 2 bis 7, nicht weniger als 2, nicht mehr als 7. Finden nur 2 statt, so sind es Sonnenfinsternisse. Für einen Theil der Erde kann eine solche stattfinden, während sie an andern Orten, obgleich die Sonne ihnen über dem Horizonte steht, nicht sichtbar ist. Mondsfinsternisse erscheinen dagegen (wie oben schon bemerkt) überall zu gleicher Zeit und von gleicher Größe. Ringförmige Mondsfinsternisse können nicht stattfinden, weil der Durchmesser des Schattens der Erde in der Entfernung des Mondes viel größer ist als der Durchmesser des Mondes. Es giebt daher nur totale oder partiale Mondsfinsternisse.

Bezeichnet man Sonne, Mond und Erde durch die Buchstaben S, M, E, so stellt die Reihenfolge SME den Neumond,

$S\frac{M}{E}$ das erste Viertel,

SEM den Vollmond,

$S\frac{E}{M}$ das letzte Viertel dar.

1) Der Lehrer läßt nun einzelne Schüler an dem runden Tische Alles was bisher dargestellt worden, zeigen, und was er verlangt, stellen alle auf ihren Tafeln durch Zeichnungen dar.

2) Von der physischen Beschaffenheit des Mondes später.

3) Fragen: Den wie vielsten Theil der Dauer aller Nächte im Jahre zusammen haben wir Mondschein? Kommt dabei ein Ort auf der Erde zu kurz? Wenn man daran denkt, daß die Helligkeit, welche in den Nächten, 4 bis 5 Tage vor und nach dem Neumond, hervorgebracht wird, gering ist, findet man dann, daß der Mond die Hälfte aller Stunden der Nacht das Jahr hindurch hell macht?

Wird die Zeit der Helligkeit an einem Orte auf der Erde durch die Morgen- und Abenddämmerung verlängert oder verkürzt? Um wie viel Stunden im Jahre, wenn die Dämmerung täglich durchschnittlich 4 Stunden dauert? (Von Mitte Mai bis Ende Juli dauert für Berlin, da die Sonne nicht mehr 18° unter den Horizont sinkt, die Dämmerung außerdem die ganze Nacht. Das Minimum der Dämmerung ist 1 Stunde 49 Minuten, Ende Februar und Mitte October. Am Nordpole fängt die Dämmerung schon den 29. Januar an, und erst 51 Tage nachher geht die Sonne dort auf.) Wenn die Strahlenbrechung das Aufgehen der Sonne um 4 bis 5 Minuten beschleunigt, ihr Untergehen um 4 bis 5 Minuten verzögert: wie viel volle Tage macht dies im ganzen Jahre? (Den Polen geht so die Sonne 2 bis 3 Tage früher auf und eben so viel später unter.)

C. Das Sonnensystem.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne, und zwar, wie gelehrt worden, in einer Ellipse, die von der Form eines Kreises nicht sehr abweicht. Die Sonne steht in dem einen Brennpunkte der Ellipse.

Gerade also verhält es sich auch mit den übrigen Planeten. Ein Planet ist ein Himmelskörper, der sich um die Sonne dreht, und sein Licht von der Sonne erhält. Alle bekannten Planeten, die man genau hat beobachten können, drehen sich auch um ihre Achse. Dieses ist aber kein charakteristisches Zeichen eines Planeten; es gilt auch, wie wir später sehen werden, von der Sonne, und, wie wir schon gesehen haben, auch vom Monde, desgleichen von den andern Nebenplaneten. Unser Mond ist ein Nebenplanet, die Erde ist ein Hauptplanet. Ein Nebenplanet dreht sich um einen Hauptplaneten, mit demselben um die Sonne, von der er, wie sein Hauptplanet, sein Licht empfängt. Die wesentlichen Merkmale eines Planeten überhaupt sind also: unmittelbare Drehung um die Sonne und Mangel eignen Lichtes, folg-

lich, da die Sonne den Raum um sich her durchstrahlt, Beleuchtung der jedesmal ihr zugekehrten Seite. Die unmittelbare Drehung um die Sonne macht einen Planeten zu einem *Haupt-*, die mittelbare zu einem *Nebenplaneten*. *Regiert* wird also der Nebenplanet wie der Hauptplanet von der Sonne; nur wirkt der Hauptplanet auf den Nebenplaneten (und umgekehrt) ein. Aber der *Hauptfactor* der Bewegung des Neben- wie des Hauptplaneten ist und bleibt die Sonne. Der Mond dreht sich also hauptsächlich und wesentlich um die Sonne, nur nebenbei, weil er in ihrer Nähe steht, um die Erde.

2. Der Hauptplaneten kennt man bis jetzt 11, der Nebenplaneten 18. Zwei von jenen sind näher bei der Sonne als die Erde, die übrigen acht weiter von ihr entfernt. Jene hat man *untere*, diese *obere* Planeten genannt. Namen und Zeichen aller 11 Hauptplaneten, von der Sonne aus, sind folgende:

1. Mercur ☿
2. Venus ♀
3. Erde ♁
4. Mars ♂
5. Vesta ⚶
6. Juno ⚵
7. Ceres ⚳
8. Pallas ⚴
9. Jupiter ♃
10. Saturn ♄
11. Uranus ♅

Die Eintheilung derselben in *untere* und obere ist *keine* absolute, sondern eine relative oder individuelle, von der Erde aus. Die unteren können nie der Sonne gerade gegenüber stehen, so daß die Erde zwischen der Sonne und Mercur oder Venus stände, also nie in sogenannter *Opposition*, nur in *Conjunction* mit der Sonne. Die oberen Beides. Aus jenem Grunde können die unteren weniger vollständig beobachtet werden als die oberen, die man oft bei voller Beleuchtung, die ganze Nacht hindurch, sehen kann.

Man theilt die Planeten wohl auch in drei, einander ähnliche Gruppen:

Mercur, Venus, Erde, Mars — untere;
Vesta, Juno, Ceres, Pallas — mittlere;
Jupiter, Saturn, Uranus — obere.

Vier von diesen haben *Nebenplaneten*, *Trabanten*, *Monde*: die Erde einen, der Jupiter 4, der Saturn 7, der Uranus 6.

3. Alle

3. Alle Planeten laufen in Ellipsen um die Sonne; ein jeder hat also einen Punkt der Sonnennähe, der Sonnenferne, folglich eine kleinste, eine größte und eine mittlere Entfernung. Die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne und ihre Umlaufzeiten um die Sonne sind in runden Zahlen folgende:

Mercur	8	Millionen	Meilen;	Umlaufszeit	88 Tage.
Venus	15	—	—	—	224 —
Erde	21	—	—	—	365 Tage = 1 Jahr.
Mars	31	—	—	—	1 Jahr 322 Tage.
Vesta	49	—	—	—	4 Jahre.
Juno	55	—	—	—	4 —
Ceres	57	—	—	—	4 —
Pallas	57	—	—	—	4 —
Jupiter	107	—	—	—	12 —
Saturn	197	—	—	—	29 —
Uranus	396	—	—	—	83 —

Ceres und Pallas stehen fast in gleicher Entfernung von der Sonne.

4. Alle Planeten laufen in derselben Richtung von Westen gegen Osten um die Sonne, in dem Thierkreise, nach der Ordnung der Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge u. s. w. Die Ebenen ihrer Bahnen fallen zwar nicht mit der Ekliptik, der Ebene der Erdbahn, zusammen, aber die meisten machen nur so kleine Winkel mit ihr, daß sie sich nicht aus der 20° breiten Zone des Thierkreises entfernen. Doch gilt dieß nicht von Juno, Ceres und Pallas. Letztere entfernt sich am weitesten (35°) von der Ekliptik, also 25° von den Rändern des Zodiakus.

Aber, wie schon oben angegeben worden, die Planeten scheinen nicht immer regelmäßig von Westen gegen Osten durch die Zeichen des Thierkreises, sondern vielmehr bald vorwärts, bald rückwärts zu laufen, bald still zu stehen. Dieses rührt von den verschiedenen Stellungen der Erde und der Planeten und ihren, zu gleicher Zeit stattfindenden Bewegungen her.

In Fig. 30. stelle der Punkt S den Ort der Sonne vor, der kleinere Kreis die Erdbahn, der größere die Bahn eines oberen Planeten. Dieser legt, während die Erde einmal ganz um die Sonne läuft, nur einen Theil seiner Bahn zurück. Während die

Erde sich von I nach II, III, IV und wieder nach I bewegt, gehe er von 1 nach 2, 3, 4, 5. Alsdann wird er von einem Erdbewohner in I in der Richtung der geraden Linie I1 bei dem Fixsterne 1′ gesehen; in II in der Richtung II2 bei 2′, in III in der Richtung III3 bei 2′, in IV in der Richtung IV4 bei 4′, in I wieder in der Richtung I5 bei 5′. Während des ersten Erdvierteljahres hat der obere Planet also am Fixsternhimmel scheinbar den Weg 1′ 2′ zurückgelegt, während des zweiten Vierteljahres hat er in 2′ stillgestanden, während des dritten ist er von 2′ bis 4′ zurückgelaufen, während des vierten ist er von 4′ bis 5′ wieder rechtläufig gewesen. Wir sehen, daß seine scheinbare Geschwindigkeit sehr ungleich erscheinen muß.

Wie mit den oberen, so verhält es sich auch mit den unteren Planeten. (Zeichnung darüber!)

5. Die Größen der Planeten sind sehr ungleich, sowohl die wirklichen als die scheinbaren.

Letzteres darum, weil sie in verschiedenen Zeiten sehr verschiedene Entfernungen von der Erde haben. Denn bald stehen sie auf derselben, bald auf entgegengesetzten Seiten der Sonne.

Die wirklichen Größen sind, die Sonne mit eingeschlossen, ihrem körperlichen Raume und ihren Durchmessern nach, in runden Zahlen, wenn der Körperraum der Erde =1 gesetzt wird, folgende:

Name.	Körperlicher Raum.	Durchmesser in geographischen Meilen.
Sonne	1400000	193000
Mercur	$\frac{43}{100}$	600
Venus	$\frac{9}{10}$	1660
Erde	1	1720
Mars	$\frac{1}{6}$	930
Vesta	—	—
Juno	—	—
Ceres	—	—
Pallas	—	—
Jupiter	1400	20000
Saturn	600	15000
Uranus	81	7500

Nicht genau bekannt.

Die vier, zwischen Mars und Jupiter stehenden Planeten sind sehr klein, sie werden daher auch Asteroiden genannt, können mit bloßem Auge nie gesehen werden. Alle übrigen sind mit unbewaffneten Augen sichtbar, nur nicht immer. Der Uranus erscheint dem Auge als ein Stern sechster Größe, wird also nur von genauen Kennern erkannt. Der Mercur entfernt sich nicht weit von der Sonne, zuweilen sieht man ihn vor Sonnenaufgang, zuweilen nach Sonnenuntergang. Die Venus glänzt bald am Morgen-, bald am Abendhimmel. Beide stehen, als untere Planeten, nie der Sonne gerade gegenüber, oder 180° von ihr entfernt. Dieses gilt nur von den oberen Planeten.

6. Der Uebersicht wegen bemerken wir hier auch, daß die Planeten sich auch um ihre Achsen drehen; wenigstens ist es von den meisten bekannt. Man weiß es aus der Beobachtung ihrer Flecke, die an dem einen Rande erscheinen, am andern verschwinden.

Die Achsendrehung geschieht, wie die der Erde, von Abend gegen Morgen, die des Mercur, der Venus, des Mars in ungefähr 24 Stunden, wie die Achsendrehung der Erde, des Jupiter und des Saturn in ungefähr 10 Stunden.

7. Die Drehung der Nebenplaneten um die Hauptplaneten geschieht auch von Westen gegen Osten, mit Ausnahme der Trabanten des Uranus, welche sich von Osten gegen Westen um den Hauptplaneten bewegen.

8. Alle diese Körper zusammen bilden mit unzähligen Kometen, die sich in viel länglicheren Bahnen um die Sonne drehen und nur in der Sonnennähe gesehen werden, das Sonnensystem. Man nennt es das Copernicanische, von dem großen Astronomen Copernicus unsterblichen Andenkens, der die große Wahrheit, daß die Erde sich um die Sonne drehe, entdeckte und lehrte. Bis dahin hatten die Menschen dem Scheine, daß die Sonne sich um die Erde drehe, geglaubt. Dieses scheinbare System nennt man von einem Manne, der 130 Jahre nach Christi Geburt lebte und es in einem Werke beschrieben hat, das Ptolemäische System. Es ist das System des Scheins. Nach demselben bilden der Reihe nach der Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn (mehr Planeten kannte man damals nicht) die Umgebung der Erde.

1) Eine Nachbildung des Sonnensystems, ein Planetarium, wird gezeigt und erklärt.

2) Man begiebt sich mit den Schülern auf eine freie Ebene und stellt die Planeten durch Personen dar, die sich in ungleichen Entfernungen mit ungleichen Geschwindigkeiten um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt bewegen. Die Bewegung des Mondes und der Monde um Jupiter, Saturn und Uranus kann in derselben Weise (grob) versinnlicht werden u. s. w.

Aufgabe 1. Die Schüler entwerfen eine Zeichnung des Ptolemäischen Systems.

Die Zeichnung wird der Fig. 31. ähnlich sein.

Aufgabe 2. Es wird das Sonnensystem, wie es wirklich ist, das Copernicanische, entworfen.

Siehe Fig. 32. Auf die Darstellung der verhältnißmäßigen Entfernung muß verzichtet werden.

Die vier mitverzeichneten Kometenbahnen stellen die Bahnen des Enke'schen, Biela'schen, Olbers'schen und Halley'schen Kometen dar.

Aufgabe 3. Die Schüler versinnlichen sich die verhältnißmäßige Größe der Planeten. Fig. 33. — Wird der Mond durch einen Stecknadelkopf dargestellt, so repräsentirt eine große Erbse die Erde und eine Kugel von mehreren Fuß Durchmesser die Sonne.

Aufgabe 4. Sie stellen in einer Tabelle (einem Schema) die Angaben über die Größen, nach dem Rauminhalt und der Länge der Durchmesser, die Entfernungen von der Sonne, die Umlaufszeiten der Planeten von der Sonne zusammen.

Aufgabe 5. Der Durchmesser der Sonne =193000 Meilen, der der Erde =1720, der des Mondes 468 (nach Hansen 454) geographische Meilen. Entfernung des Mondes von der Erde =51000 Meilen. Man denke sich, so weit es nöthig ist, den Sonnenkörper hohl, die Erde mit dem Monde hineingesetzt. Wie dick würde noch die Sonnenrinde bleiben?

Die Schüler werden so argumentiren:

Halbmesser der Sonne	=	96500	Meilen.
— — Erde	=	860	—
— des Mondes	=	234	—
Entfernung des Mondes von der Erde	=	51000	—

Folglich bleibt für die Sonnenrinde noch eine Dicke von etwa 44000 Meilen übrig. Dieses giebt ungefähr eine Vorstellung von der ungeheuern Größe der Sonne.

Der Inhalt der Aufgabe werde durch eine Zeichnung veranschaulicht!

Aufgabe 6. Da wir von den wirklichen Entfernungen der Planeten von der Sonne keine anschauliche Vorstellung haben, so stellen wir, um uns die Sache etwas näher zu rücken, folgende Aufgaben:

Gesetzt, ein Dampfschiff fahre stromabwärts 2 Meilen in einer Stunde, ein Dampfwagen 8 Meilen in einer Stunde, eine Kanonenkugel lege in der Secunde 600 Fuß zurück: wie viel Zeit würde A) ein

Dampfschiff; B) ein Dampfwagen; C) eine Kanonenkugel gebrauchen (vorausgesetzt, daß sie mit gleicher Geschwindigkeit Tag und Nacht fortgehen), um zurückzulegen:

1) den Weg um den Erdäquator, 5400 Meilen?

2) den Weg von der Erde bis zum Monde, 51000 Meilen?

3) den Sonnenäquator =112mal Erdäquator?

4) den Weg von der Sonne bis zur Erde, 21 Millionen Meilen?

5) den Weg von der Sonne bis zum Uranus, 396 Millionen Meilen?

6) den Weg von der Sonne bis zum nächsten Fixsterne, vielleicht 12 Billionen Meilen?

1) Der Lichtstoff bewegt sich von der Sonne bis zur Erde in 8 Minuten. Wie viel Zeit gebraucht das Licht von der Sonne bis zum nächsten Fixstern?

Antworten:

1) Der Weg um den Erdäquator wird zurückgelegt:
   a) von einem Dampfschiff in 112½ Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 28 Tagen 3 Stunden;
   c) von einer Kanonenkugel *) in 2 Tagen 12 Stunden.

2) Der Weg von der Erde bis zum Monde:
   a) von einem Dampfschiff in 2 Jahren 332 Tagen 12 Stunden;
   b) von einem Dampfwagen in 265 Tagen 15 Stunden;
   c) von einer Kanonenkugel in 23 Tagen 14 Stunden 40 Minuten.

3) Der Sonnenäquator =112×5400 Meilen:
   a) von einem Dampfschiff in 34 Jahren 190 Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 8 Jahren 230 Tagen;
   c) von einer Kanonenkugel in 280 Tagen.

4) Der Weg von der Sonne bis zur Erde:
   a) von einem Dampfschiff in 1198 Jahren 230 Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 299 Jahren 240 Tagen;
   c) von einer Kanonenkugel in 26 Jahren 232 Tagen 5 Stunden 20 Minuten.

5) Der Weg von der Sonne bis zum Uranus:
   a) von einem Dampfschiff in 22602 Jahren 270 Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 5650 Jahren 250 Tagen;
   c) von einer Kanonenkugel in 502 Jahren 103 Tagen 8 Stunden.

6) Der Weg von der Sonne bis zum nächsten Fixsterne:
   a) von einem Dampfschiff in 684,931,006 Jahren 310 Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 171,232,875 Jahren 260 Tagen;
   c) von einer Kanonenkugel in 15,220,700 Jahren 55 Tagen 13 Stunden 20 Minuten.

7) Das Licht der Sonne würde, in gleichmäßiger Bewegung, auf dem nächsten Fixsterne in 8 Jahren 258 Tagen 14 Stunden 18¾ Minuten ankommen.

---

*) Ist es an sich möglich?

Daß die Schüler diese Aufgaben selbst lösen müssen, versteht sich von selbst. Die Resultate erwecken dann von selbst, ohne irgend ein Wort von Seiten des Lehrers — nun was denn? Wäre nicht auch hier jedes Wort mehr als überflüssig?

Zusatz.

Folgende Zusammenstellung dürfte hier noch am rechten Orte stehen.

Unser Sonnensystem wird von zwei Arten von Weltkörpern gebildet, und sie zerfallen in drei Ordnungen.

Erste Art: Selbstleuchtende (Sonnen).

Zweite Art: Beleuchtete: a) Planeten;
b) Nebenplaneten, Monde, Trabanten, Satelliten;
c) Kometen.

(Ob Sternschnuppen, Meteorsteine u. s. w. zu den Weltkörpern gehören, steht noch nicht fest.)

Erste Ordnung der Weltkörper: Sonnen.
Zweite — — — : Planeten.
Dritte — — — : Monde.

Die Monde scheinen die niedrigste Ordnung der Weltkörper zu sein, indem sich kein Körper mehr um sie dreht.

Aus einigen Sätzen von Laplace läßt sich dieses auch ableiten, wie folgt:

1) Ein Körper, welcher sich um einen andern von höherer Ordnung dreht, muß sich um denselben in kürzerer Zeit drehen, als dieser sich um einen, der wieder von höherer Ordnung ist, herumwälzt. Thäte er dieses nicht, gebrauchte z. B. der Mond mehr als ein Jahr zu seinem Umlauf um die Erde, so würde er kein Trabant, sondern ein selbstständiger Planet geworden sein.

2) Dreht sich ein Mond um seine Achse, so muß er dazu längere Zeit gebrauchen, als die ist, in welcher sich der Hauptplanet um seine Achse dreht; z. B. der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen, die Erde in 24 Stunden. Thäte er dieses nicht, so würde er sich mit dem Hauptplaneten vereinigt, mit ihm zu einem Körper geworden sein, sich nicht von ihm getrennt erhalten haben.

Die Richtigkeit dieser Sätze vorausgesetzt, folgt, daß ein Mond, wie der unsre, dessen Jahr und Tag, d. h. Umlaufszeit um die Erde und Achsendrehung zusammenfällt, keinen ihm untergeordneten Mond haben kann.

Denn nach dem ersten Satze müßte sich derselbe um dem Mond drehen in weniger als $27\frac{1}{3}$ Tagen, und nach dem zweiten um sich selbst in mehr als $27\frac{1}{3}$ Tagen, was sich aufhebt (aufzuheben scheint). Folglich sind die Monde die Weltkörper der untersten Ordnung.

Nach unten zu setzt sich also die Ordnung der Weltkörper nicht fort; aber nach oben? Monde um Planeten, Planeten um Sonnen, Sonnen — — — ?

Daß unsere Sonne im Weltraume nicht still steht, ist gewiß. Wahrscheinlich dreht sie sich um einen Centralkörper höherer Ordnung. Daß sich Sonnen um einander oder vielmehr um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Systems drehen, weiß man aus den sogenannten Doppelsternen Die Kenntniß der Weltkörper höherer Ordnungen als Sonnen und die Fortsetzung jener Reihe müssen wir der Zukunft überlassen. —

Die Zahl der Uranusmonde haben wir zu 6 angegeben. Dieses steht nicht ganz fest, 3 aber hat er gewiß. Herschel will einmal 8 gesehen haben. Zu unserm Sonnensystem gehören also sicher 15 Monde. Giebt es außer den 11 Planeten keine mehr? Kennen wir sie alle?

Es ist nicht wahrscheinlich. Sowohl innerhalb des Mercur, als zwischen Mercur und Venus, als auch jenseits des Uranus können sich noch welche befinden.

Die Umlaufszeit des Mercur ist 88 Tage, die Sonne dreht sich in 25 Tagen um die Achse. Zwischen 25 und 88 Tagen liegt noch Zwischenzeit genug. Nach den Laplace'schen Sätzen können also hier noch Planeten kreisen. Die große Nähe der Sonne wird sie schwer entdecken lassen.

Innerhalb der bereits bekannten Planeten können sich noch unbekannte bewegen, und zwar noch recht viele, nur keine großen. Die 4 Asteroiden sind erst zu Anfang dieses Jahrhunderts entdeckt worden.

Jenseits Uranus ist noch Raum genug. Denn welche Weite von ihm bis zum nächsten Fixstern (Stern 61 im Schwan)! Von 400 Millionen Meilen bis vielleicht zu 8 Billionen, oder von 20 Erdweiten bis 400000 Erdweiten! Sollte dieser unermeßliche Raum ganz leer sein, nur von Kometen durchsegelt werden? Die in demselben befindlichen Planeten mögen zu schwach beleuchtet sein, als daß wir sie mit unsern Fernröhren wahrnehmen könnten.

Ob der Gegensatz zwischen selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern ein absoluter ist?

Es scheint nicht, d. h es scheint Körper zu geben, die zwar von einer Sonne beleuchtet werden, aber auch eignes Licht haben. So wahrscheinlich die drei entfernteren, mit einer Anzahl von Monden umgebenen Planeten: Jupiter, Saturn und Uranus, deren lebhafter Glanz sich daraus vielleicht erklären läßt.

Wenn man Luft (z. B. in einer Compressionspumpe) stark zusammendrückt, so entwickelt sich nicht nur Wärme, sondern auch Licht. Auf der Oberfläche der Sonne ist die Anziehung 38mal so stark als auf der Oberfläche der Erde; ein Stein fällt dort in der ersten Secunde 38mal 15 =570 Fuß. Daraus dürfen wir, wenn die Sonne von gasartigen Massen umgeben ist, auf eine sehr starke Zusammendrückung derselben schließen. Daher vielleicht das Leuchten, das Sonnenhafte. Besteht nun ein Weltkörper aus großen Massen und hat Gasarten um sich herum, so daß die Dichtigkeit derselben groß ist, so kann dadurch Licht entstehen, wie es auf dem Jupiter, Saturn und Uranus in der That der Fall zu sein scheint, so daß sich deren eignes Licht mit dem der Sonne verbindet. Freilich kann ihr auffallend starkes Leuchten auch von der Beschaffenheit ihrer Oberflächen herrühren, die vielleicht spiegelartig das Licht zurückwerfen.

Einige Aufgaben, die man an jedem guten Erdglobus lösen kann.

1) Den Globus richtig zu stellen a) für den Aequatorbewohner, b) Polbewohner, c) Bewohner Berlins oder $52\frac{1}{2}°$ nördlicher Breite;

2) den Ort der Neben- und Gegenbewohner und der Gegenfüßler Berlins nachzuweisen;

3) die Tagbogen der Sonne in den 4 Jahreszeiten, die Auf- und Untergangspunkte der Sonne für die 3 (unter 1) angegebenen Hauptstellungen nachzuweisen;

4) die Orte zu bezeichnen: a) welchen die Sonne im Jahre 2mal, 1mal in's Zenith kommt; b) welchen sie stets gegen Süden, c) welchen sie stets gegen Norden culminirt;

5) die Orte zu zeigen: a) deren Tag und Nacht stets gleich ist; b) deren längster Tag 24 Stunden, c) deren Tag 6 Monate, d) deren längster Tag mehr als 12, weniger als 24 Stunden währt;

6) die Orte zu zeigen: a) die alle 4 Weltgegenden, b) die nur eine Weltgegend haben; c) wo nur Südwinde, d) wo nur Nordwinde wehen;

7) die Orte zu zeigen: a) welche einerlei geographische Länge, b) einerlei geographische Breite, c) gleiche, aber entgegengesetzte, geographische Breite, d) die kleinste, e) die größte geographische Breite, f) mit allen Orten auf der Erde einerlei geographische Länge haben;

8) die geographische Breite und Länge verschiedner Oerter auf dem messingenen Meridian und dem Aequator abzulesen;

9) die Insel aufzusuchen: a) deren geographische Länge 65° und südliche geographische Breite $23\frac{1}{2}°$, b) deren geographische Länge 140° und nördliche geographische Breite $23\frac{1}{2}°$ beträgt;

10) zu zeigen, daß die geographische Breite der Polhöhe gleich sei;

11) die Lage der Orte zu zeigen, welche, wenn Berlin Mittag hat, Abends 6 Uhr, Mitternachts 12, Morgens 6 Uhr haben;

12) den Zeitunterschied zwischen Berlin und Konstantinopel, Jerusalem, Peking, Boston und Paris zu bestimmen;

13) die Orte zu zeigen: a) welche die längste, b) die kürzeste Dämmerung haben; c) warum die Dämmerung im Juni und Juli in Berlin die ganze Nacht dauert;

14) zu zeigen: a) wo die unschattigen, umschattigen, ein- und zweischattigen Menschen wohnen; b) wo die senkrechte, die schiefe und die parallele Sphäre ist;

15) die Stellung der Menschen, Bäume, Thürme und Schiffe in verschiedenen Breiten und Längen zu veranschaulichen;

16) die richtige Stellung der Erdachse gegen eine Tischebene, welche die Ekliptik vorstellen mag, zu zeigen;

17) den Parallelismus der Erdachse bei ihrem Umlauf um die Sonne nachzuweisen;

18) die Stellung der Erde gegen die 12 Zeichen des Thierkreises,

welche an dem Rande einer runden Tischebene dargestellt werden, zu Anfang der 4 Jahreszeiten zu versinnlichen;

19) mit den vorhergehenden Stellungen die Achsendrehung zu verbinden und die dadurch entstehenden Erscheinungen nachzuweisen;

20) den Umlauf des Mondes um die Erde, seine Lichtphasen, Sonnen- und Mondsfinsternisse zu veranschaulichen;

21) die Stellungen des Mondes und der Sonne zu bezeichnen, welche die höchsten und die niedrigsten Fluthen erzeugen (siehe später!);

22) nachzuweisen, in welcher Beleuchtung man vom Monde aus in den 4 Hauptstellungen die Erde erblickt;

23) die Ursache zu veranschaulichen: a) warum man von der Erde aus nur eine Seite des Mondes, b) warum man auf der einen Seite des Mondes die Erde nie erblickt;

24) darzuthun, warum der Vollmond im Winterhalbjahr höher steht als im Sommerhalbjahre.

Zusatz zu Aufgabe 11.

Wenn es am Rhein, z. B. in Mainz, 12 Uhr Mittags ist, so hat man

in Berlin und fast gleichzeitig in Wien	12½	Uhr;	
in Warschau und Athen	1	—	
in St. Petersburg und Konstantinopel	1½	—	
in Jerusalem und Trapezunt	2	—	
in Saratow und auf Madagascar	2½	—	
in Orenburg und Teheran	3	—	
in Buchara und Kabul	4	—	
in Tomsk und auf Ceylon	5	—	
in Irkutsk und Sumatra	6	—	
in Peking und Kanton	7	Uhr	Abends;
in Jakutsk und Westküste Neuhollands	8	—	—
in Ochotsk und Japan	9	—	—
in Kamtschatka und Botanybay	10	—	—
auf den Aleuten und Neuseeland	11	—	—
in der Behringsstraße und im Mangia-Archipel	12	Uhr	Nachts.
Dagegen in Amsterdam und Marseille	11½	Uhr	Vormittags;
in Edinburg und Bayonne	11	—	—
in Dublin und Lissabon	10½	—	—
auf Madera und in Senegambien	10	—	—
auf den azorischen Inseln und auf Trinidad	9	—	—
auf Terre neuve und in Rio de Janeiro	8	—	—
auf den Bermuden und in Buenos Ayres	7	—	—
in Neuyork und Lima	6	—	—
in Neu-Orleans und Chiapa	5	—	—
auf Melville und in Santa Fé	4	—	—
am großen Bärensee und in Neu-Californien	3	—	—

an der Mündung des Mackenzieſtroms und im Archipel der Gefahr 2 Uhr Vormittags;
im ruſſiſchen Amerika und auf Owaihi 1 Uhr Nachts.

Nach der Analogie von „Windroſe" könnte man einen in 24 gleiche Theile getheilten Kreis mit beigeſchriebenen Ortsnamen und Zahlen, welche die Tageszeit derſelben mit Bezug auf eine für den Hauptort angenommene Zeit angeben, eine Zeitroſe nennen.

V. Bewegende Kräfte oder die Urſachen der Bewegungen und der Erhaltung des Sonnenſyſtems.

Es giebt kein einfacheres und zugleich erhabeneres Schauſpiel, als das iſt, welches das Sonnenſyſtem darbietet: ein Centralkörper; um ihn, beinahe in derſelben Ebene, 11 Körper herumlaufend, von denen mehrere wieder von kleineren Körpern umkreiſet werden; außerdem unzählige Kometen, in ihrer ſeltſamen Weiſe in allen Richtungen den Weltraum durchſchreitend, alle aber an denſelben Mittelpunkt gebunden, angezogen und anziehend; und ihre mannigfaltigen, wunderbaren Bewegungen vollzogen in ſolcher Regelmäßigkeit und Sicherheit, daß die Sternkundigen im Stande ſind, die Erſcheinungen auf Jahrhunderte, ja Jahrtauſende voraus zu beſtimmen. — —

Hat man ſich eine Zeit lang in ſtiller Bewunderung dieſes große, erhabene Ganze vorgeſtellt, ſo möchte man gern einen Blick in das Innere thun, die Urſachen kennen lernen, welche in demſelben walten. Urſachen, welche in der körperlichen (phyſiſchen) Welt wirken, heißen Kräfte. Welches ſind, fragen wir daher, die Kräfte, durch deren Wirkung die Erſcheinungen des Himmels, namentlich die Bewegungen der Planeten, hervorgerufen werden? Die Kräfte ſind bewegende Kräfte. Iſt es eine, ſind es mehrere? welche und wie wirken ſie? Die Beantwortung dieſer Fragen verdanken wir vorzugsweiſe dem großen brittiſchen

Naturforscher Newton, geboren 1642, gestorben 1727 und begraben in der Westminsterabtei in London neben den Königen und andern unsterblichen Männern der großen englischen Nation.

1. Die Kraft, welche der Schöpfer als Urkraft in die Materie legte, ist die Anziehungskraft. Jedes materielle Theilchen, — ob fest, flüssig, luftförmig, gleichviel — zieht jedes andre materielle Theilchen an; alle haben vermöge dieser Eigenschaft das Bestreben, sich mit einander zu vereinigen, zusammen zu sein und einen Körper auszumachen. Wenn kein Hinderniß vorhanden ist, so folgen sie natürlich dieser Kraft, und wo es nicht geschieht, da ist eben ein Hinderniß vorhanden, d. h. eine andre Kraft, welche das unbedingte Wirken jener Kraft einschränkt. Wo nur eine vorhanden ist, da wirkt sie natürlich uneingeschränkt. Denn eine Ursache ist nicht ohne ihre Wirkung.

Wie ein Magnet ein in seine Nähe gebrachtes Eisenfeilspänchen oder eine Nadel zu sich heranzieht und sie festhält, so zieht jedes materielle Theilchen jedes andre an. Die Magnetkraft ist auch eine Anziehungskraft, aber sie erstreckt sich nur auf gewisse Körper; die in jeder Materie liegende ist eine ganz allgemeine, die allgemeine Anziehungskraft (allgemeine Attractionskraft, unpassend auch allgemeine Schwerkraft genannt). Sie ist nicht auswendig an, sondern in und mit der Materie. Sie entstand, als im Anfange der Dinge durch des Schöpfers Willen die Materie entstand, mit der Materie. Sie ist eine Grundkraft, d. h. sie kann von keiner andern Kraft abgeleitet, und die Materie nicht ohne sie gedacht werden.

Denken wir uns die den Raum erfüllende Materie im Anfange der Dinge, als das Chaos entstand, in dem Weltraume zerstreut, so mußte zugleich die Wirkung der mit der Materie gegebenen Anziehungskraft erfolgen, d. h. die materiellen Theilchen vereinigten sich, es entstanden größere Körper. Wir wissen, daß in dem Theile des Weltraumes, in dem wir uns befinden, ein sehr großer und eine Anzahl kleinerer entstanden ist: der Sonnenkörper, die Planeten, die Kometen. Warum sich nicht die ganze Materie zu einem Körper vereinigt hat, wissen wir nicht. Es muß ein Hinderniß, d. h. eine zweite Kraft vorhanden gewesen sein, die dieses nicht zuließ. Wo wir eine Kraft, die unser Verstand als vorhanden seiend oder vorhanden gewesen annehmen

muß, nicht kennen, da denken wir an den allmächtigen Willen des Schöpfers, der allen Kräften und Erscheinungen der Natur zu Grunde liegt *). Genug, an einzelnen Stellen des Weltraums vereinigten sich die Materien und bildeten größere Körper. Diese zogen einander an, vereinigten sich aber nicht, es wirkte eine andre Kraft mit, in andrer Richtung als die Anziehungskräfte, und durch die vereinigte Wirkung beider entstanden die Bewegungen der Himmelskörper um einander. Die Sonne zog die Planeten, die Planeten die Sonne an; jene, wie diese, bewegten und bewegen sich um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systems. Die von dem großen Sonnenkörper ausgehende Kraft zog den Planeten zu sich hin (die Centripetalkraft), eine andre, nach der Seite gehende Kraft (die Centrifugalkraft) wirkte ihr entgegen, beide vereinigt erzeugten die krummlinigen Bewegungen. Eine Kraft allein kann nur eine geradlinige Bewegung hervorbringen; der Körper, auf den sie wirkt, muß ihr folgen. Wo daher eine krummlinige Bewegung ist, da wirken unausgesetzt wenigstens zwei Kräfte auf den Körper, von welchen jede allein ihn in gerader Linie treiben würde.

2. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper auf einen andern ausübt, hängt von der Menge seiner Theile, d. h. von seiner Masse, ab. Doppelte Masse, doppelte Kraft der Anziehung, halbe Masse, halbe Anziehungskraft u. s. w.

3. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper von einem andern erfährt, hängt nicht von der Masse des angezogenen Körpers ab. Ein Körper zieht zwei andre Körper, wenn diese auch sehr ungleiche Massen haben, wenn sie nur gleich weit von dem anziehenden Körper entfernt sind, gleich stark an.

Die Größe der Masse eines Körpers wird durch den Druck, den er auf eine Unterlage ausübt, d. h. durch das Gewicht bestimmt; und die Masse hängt ab von dem Raume, den sie einnimmt, und von ihrer Dichtigkeit. Je größer der Raum, desto größer die Masse; je größer die Dichtigkeit, desto größer die Masse. (Die Massen zweier Körper verhalten sich bei gleichem

*) So unterscheidet sich die Weltansicht des gewöhnlichen Mannes von der des gebildeten: jener schreibt die Wirkungen unmittelbar dem Schöpfer zu, während dieser in den Wirkungen Naturkräfte erkennt, die aber auch auf den Schöpfer und Vater der Natur zurückgehen.

Rauminhalt oder Volumen wie die Dichtigkeiten; bei gleichen Dichtigkeiten wie die Räume; bei ungleichem Rauminhalt und ungleichen Dichtigkeiten stehen die Massen im zusammengesetzten (geraden) Verhältniß der Rauminhalte und der Dichtigkeiten.)

4. Das Verhältniß der Stärke der Anziehung, mit welcher ein (ein und derselbe) Körper zwei andre, die ungleich weit von ihm entfernt sind, anzieht, hängt von der Entfernung derselben ab. Der ihm nähere wird stärker von ihm angezogen, als der weiter entfernte; je größer die Entfernung ist, desto schwächer ist die Anziehung; wächst die Entfernung, so nimmt die Anziehung ab, nimmt die Entfernung ab, so wächst die Stärke der Anziehung; kurz: mit dem Wachsthum des Einen ist die Abnahme des Andern verbunden, und umgekehrt. Doch meine man nicht, daß in doppelter Entfernung die halbe Anziehung, in dreifacher Entfernung $\frac{1}{3}$ der Anziehung statt finde, so ist es nicht; sondern in:

der doppelten Entfernung ist $\frac{1}{4}$ der Anziehung;
— 3fachen — — $\frac{1}{9}$ — —
— 4 — — — $\frac{1}{16}$ — —
— 10 — — — $\frac{1}{100}$ — —
— 60 — — — $\frac{1}{60 \cdot 60} = \frac{1}{3600}$ der Anziehung;

d. h. die anziehende Kraft, die ein Körper auf einen andern in ungleichen Entfernungen ausübt, nimmt ab, wie die Quadratzahlen der Entfernungen zunehmen; oder die anziehenden Kräfte, welche ein Körper auf zwei andre in ungleichen Entfernungen von ihm ausübt, verhalten sich umgekehrt wie die Quadratzahlen der Entfernungen. Nimmt man z. B. die Entfernung der Erde von der Sonne $= 20$ Millionen Meilen, die des Saturn $= 200$ Millionen Meilen, diese also 10mal so groß als jene, so wird die Erde 10mal 10mal d. h. 100mal so stark angezogen als der Saturn, oder die Anziehungskraft, mit welcher die Sonne den Saturn anzieht, ist $\frac{1}{100}$ der Stärke, mit welcher die Erde von der Sonne angezogen wird.

Die Erde zieht Sonne und Mond an, aber mit ungleicher Stärke. Ist die Entfernung des Mondes von der Erde $= 50000$ Meilen, der Sonne von der Erde $= 20$ Millionen, diese also 400mal so groß als jene, so zieht die Erde die Sonne mit $\frac{1}{400 \cdot 400} = \frac{1}{160000}$ der Kraft an, mit der sie den Mond anzieht.

5. Die Stärken der Anziehung, mit welchen ein Körper von zwei andern in ungleichen Entfernungen von ihm angezogen wird, stehen nach dem Bisherigen nicht in einem einfachen, sondern in einem zusammengesetzten Verhältniß, nämlich in dem zusammengesetzten Verhältniß, welches entsteht durch das gerade Verhältniß der Massen beider Körper und das umgekehrte Verhältniß der Quadratzahlen der Entfernungen von ihnen. Wie verhält sich z. B. die Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf den Mond ausübt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde auf ihn ausübt?

Gesetzt, die Masse der Sonne wäre 300000mal so groß als die Masse der Erde, so wäre die Anziehung der Sonne auf den Mond auch 300000mal (genauer 354000mal) so groß als die Anziehung der Erde auf den Mond, wenn er sich in gleichen Entfernungen von Sonne und Erde befände. Da aber die Entfernung des Mondes von der Erde nur $\frac{1}{400}$ seiner Entfernung von der Sonne beträgt, so zieht ihn die Erde 400 · 400 d. h. 160000 mal so stark an. Folglich verhält sich die Stärke, mit der der Mond von der Sonne angezogen wird, zu der Stärke, mit welcher er von der Erde angezogen wird, wie $300000 \cdot \frac{1}{160000} : 1 = 30 \cdot \frac{1}{16} : 1 = \frac{30}{16} : 1$, ungefähr $= 2 : 1$. Die Hauptbewegung des Mondes ist darum (wie oben schon berichtet) die um die Sonne, die Nebenbewegung um die Erde.

6. Ein Körper, der von einem andern angezogen wird, folgt, wenn keine andre Kraft zugleich auf ihn wirkt, dieser Anziehung, d. h. er nähert sich ihm in der geraden Linie zwischen beiden. Je stärker er angezogen wird, desto schneller geht er auf ihn los; doppelte Stärke: doppelte Geschwindigkeit. Folglich ist die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper von Anfang an, in der ersten Secunde, sich einem andern, der ihn anzieht, nähert, ein Maaß für die Stärke der Anziehung *). Nähert er sich dem einen in der ersten Secunde um 10 Fuß, während er sich einem andern in der ersten Secunde um 1 Fuß nähern würde, so wird er von jenem 10mal so stark angezogen als von diesem.

---

*) Obiger Satz ist zu accentuiren. Anfänger meinen immer wieder, das Gewicht eines Körpers sei ein Maaß für die Stärke, mit welcher er angezogen wird. Diese Stärke liegt aber nicht in ihm, sondern in dem Körper, von welchem er angezogen wird.

Die Physik zeigt, daß die Räume, in welchen ein Körper sich einem andern, der ihn anzieht, in gleichen, auf einander folgenden Zeittheilen, z. B. in einzelnen Secunden, nähert, wachsen wie die Reihe der ungeraden Zahlen wächst: 1, 3, 5, 7 u. s. w., und daß die Räume, die er in ungleichen Zeiten, von Anfang an gerechnet, durchschreitet, sich wie die Quadratzahlen der Zeiten verhalten.

Raum in 1 Secunde : Raum in 2 Secunden = 1 : 4
— — 1 — : — — 3 — = 1 : 9
— — 2 Secunden : — — 3 — = 4 : 9
— — 5 — : — — 7 — = 25 : 49.

Aufgabe. Zu bestimmen die Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf die verschiedenen Planeten ausübt!

Antwort: Diese Stärke hängt von der Masse der Sonne und von der Entfernung der Planeten von ihr ab. Da die Masse der Sonne dieselbe ist, so kommt nur die Entfernung in Betracht. Wir setzen die Stärke, mit der die Sonne die Erde anzieht, =1.

Entfernung des Mercur von der Sonne : Entfernung der Erde von der Sonne =8 Millionen Meilen : 20 Millionen Meilen; folglich Stärke der Anziehung, die der Mercur erfährt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde erleidet, wie $20 \cdot 20 : 8 \cdot 8 = 400 : 64 = 50 : 8 = 6\frac{1}{4} : 1$, d. h. der Mercur wird von der Sonne $6\frac{1}{4}$mal so stark angezogen als die Erde, und wenn beide anfingen, sich der Sonne in geraden Linien zu nähern, so würde der Mercur in der ersten Secunde $6\frac{1}{4}$mal den Weg zurücklegen, den die Erde in der ersten Secunde zurücklegt.

Entfernung des Saturn von der Sonne : Entfernung des Uranus von der Sonne ungefähr =1 : 2; folglich Stärke der Anziehung, die beide erleiden, =4 : 1; u. s. w.

Anmerkung. Will der Leser wissen, wie man die oben vorgetragenen Gesetze über die Anziehungskraft gefunden hat, so muß er sich zum Studium der physischen Astronomie wenden. Die Auseinandersetzung ist für unsern Zweck zu weitläuftig und schwierig. Nur begreift sich unschwer die Möglichkeit der Berechnung, wenn man bedenkt, daß man die Entfernung der Planeten von der Sonne, ihre Umlaufszeiten und folglich ihre Geschwindigkeiten in ihren Bahnen kennt. Durch das Nachfolgende wird die Sache der Vorstellung noch etwas näher gebracht. Sie ist so zuverlässig, daß die auf obige Sätze sich stützenden Berechnungen der Astronomen die Stellungen der Planeten auf Jahrzehnte bis auf die Secunde genau vorausbestimmen.

7. Außer der Anziehungskraft, welche die Materie auf einander ausübt, hat der Schöpfer noch eine andre Kraft in die Materie gelegt, das Gesetz der Beharrung. Die Materie ist an sich leblos, d. h. sie kann sich nicht nach ihrem Willen

bestimmen, sie wird bestimmt; sie bleibt in dem Zustande, in dem sie sich befindet, wenn nicht Kräfte sie in einen andern versetzen. Ruht ein Körper, so bleibt er in Ruhe, bewegt er sich, so beharrt er in dieser Bewegung, bis er aus der Ruhe heraus-, oder in eine andre Bewegung hineingerissen wird. Das Erste liegt unsrer Vorstellung näher, als das Zweite; aber das Zweite ist eben so sicher wie das Erste. Beides zusammen nennen wir das Gesetz der Beharrung (unpassend auch Gesetz der Trägheit genannt). Vermöge desselben, d. h. der Leblosigkeit des Körpers, geht er in der Richtung, die er einmal hat, und mit derselben Geschwindigkeit, die er hat, fort und fort, d. h. er setzt, vermöge des Beharrens, die gerade Linie fort, die er in irgend einem Moment der Bewegung hat, und mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Vermöge seiner Leblosigkeit würde ein jeder Körper, der einmal Bewegung hat, mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in gerader Linie ewig fortgehen. Thut ein bewegter Körper dieses nicht, so müssen noch andre Kräfte auf ihn einwirken. Geht er in krummer Linie, so muß eine andre Kraft fortwährend auf ihn wirken. Denn hörte diese einen Augenblick auf zu wirken, so würde er sogleich in der Richtung, die er in diesem Augenblicke hat, d. h. in der Richtung der Tangente der krummen Linie, die er bisher beschrieben hat, fortgehen. Geschieht dieses nicht, so lenkt ihn eine andre Kraft fortwährend von dieser Tangentialrichtung ab, und bewegt er sich in einer in sich geschlossenen krummen Linie, z. B. in einem Kreise oder in einer Ellipse, so befindet sich die ihn von der Tangente ablenkende anziehende Kraft in dem Mittelpunkte seiner Kreis-, in dem einen Brennpunkte seiner elliptischen Bahn.

Gesetzt, Fig. 34., in E befände sich ein Körper, der von einem andern S angezogen wird, in der Richtung ES, so würde er, wenn keine andre Kraft auf ihn wirkte, dieser Anziehungskraft in der Richtung ES folgen, und z. B. in gleichen, auf einander folgenden Zeiten in e, f, g, h u. s. w. ankommen. Angenommen aber, er habe in E eine Richtung in der geraden Linie Ed, oder bekomme sie durch eine Kraft, die ihn mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in den einzelnen, jenen gleichen Zeittheilen durch die Räume Ea, ab, bc, cd treiben würde: welche Bewegung würde der Körper E, von den zwei Kräften zugleich getrieben, annehmen?

men? Er würde nicht nach S, nicht nach d zu gehen, sondern in einer mittleren Richtung (die Diagonalen der durch den Winkel bei E und die Seiten Ea und Ee, Eb und Ef u. s. w. bestimmten Parallelogramme) Eiklm, d. h. in einer krummen Linie, wenn man sich nämlich die Linien Ei, ik u. s. w. sehr klein vorstellt, wie es bei stetig wirkenden Kräften geschehen muß. ai, bk, cl, dm können, wenn S sehr weit entfernt ist, als in S zusammentreffend angesehen werden. S ist dann der Mittelpunkt der Bewegung.

Beharrungsvermögen und Anziehungskraft treiben die Planeten in Ellipsen um die Sonne. *)

8. Wenn S (Fig. 35.) den Ort der Sonne bezeichnet, den einen Brennpunkt der Ellipse, die ein Planet um sie beschreibt, z. B. die Erde, ab die große Achse, so ist die Erde der Sonne in a am nächsten, in b am entferntesten. Liefe nun die Erde in der Richtung acdba um die Sonne, so hätte sie vermöge des Beharrungsvermögens in a die Richtung aa', in c die Richtung cc' u. s. w. Die Sonne zieht die Erde in a in der Richtung aS, in c in der Richtung cS, in d in der Richtung dS u. s. w. an. Durch beide Kräfte zusammen entsteht die elliptische Bahn acde u. s. w.

In a wirken Beharrungsvermögen (auch Centrifugalkraft ge-

*) Die Art, wie die Centralkräfte zusammenwirkend einen Körper um den Centralpunkt herumdrehen, kann den Schülern durch einen Körper, der an einem Faden herumgeschwungen wird, deutlich gemacht werden. Am besten dreht man den Körper so, daß der Faden eine horizontale Lage, etwa um den Kopf herum, bekommt. Je schneller man dreht, desto stärker wird der Faden gespannt, d. h. desto stärker wird das Streben des Körpers, sich von der Hand zu entfernen. Zerreißt der Faden, so geht der Körper in der Richtung der Tangente des Kreises fort. Diese Tendenz bringt die Spannung des Fadens hervor. Ist der Faden elastisch, so wird er bei schnellerer Bewegung sich verlängern, bis seine Elasticität der Spannung das Gleichgewicht hält. Bei langsamer Bewegung wird der Faden sich zusammenziehen. Zwischen beiden Zuständen wird es einen mittleren Beharrungszustand geben, wo zwischen der Elasticität des Fadens und der Schnelligkeit der Bewegung das Gleichgewicht statt findet.

Der Faden repräsentirt die Kraft der Anziehung, die Elasticität desselben die Veränderlichkeit der Anziehung, wenn die Entfernung des Körpers vom Centralpunkte sich ändert u. s. w. Die Bewegung des Körpers um den Centralpunkt ist folglich überall als das Spiel zweier sich ausgleichenden Kräfte zu betrachten.

nannt) aa' und Anziehungskraft (Centripetalkraft) aS senkrecht, in c, d, e, f unter stumpfen Winkeln auf einander. In a wirken beide Kräfte einander also weniger entgegen, als in c, d, e u. s. w.; d. h. die Wirkung beider, d. i. die Bewegung der Erde, muß in a schneller sein als in c, d, e bis b, d. h. die Erde bewegt sich von a bis b in abnehmender Geschwindigkeit.

In b steht die Richtung des Beharrungsvermögens wieder senkrecht auf bS, der Richtung der Anziehung, und in g, h u. s. w. bilden beide spitze Winkel mit einander, d. h. sie wirken mehr zusammen; die Bewegung der Erde von b nach a muß folglich eine beschleunigte sein. Von a nach b bewegt sich die Erde in abnehmender, von b nach a in zunehmender Geschwindigkeit. a ist der Punkt der Sonnennähe, b der Punkt der Sonnenferne. Wenn die Erde in jenem steht, so geht sie am schnellsten, wenn sie in diesem sich befindet, am langsamsten. Die Hälfte ihrer Bahn xay wird also in kürzerer Zeit zurückgelegt, als die andre Hälfte ybx. Dieses ist die Lösung des oben unaufgelöset gebliebenen Problems. Sie giebt Aufschluß darüber, warum unser Sommerhalbjahr (7 Tage) länger ist als unser Winterhalbjahr. Denn die Erde legt den Weg ybx während des Sommers der nördlichen Halbkugel zurück.

Wird ein Körper auf der Erdoberfläche schief in die Höhe geworfen, so steigt er in einer krummen Linie (Parabel) mit verzögerter Geschwindigkeit bis zu dem Punkte, in dem er die größte Höhe erreicht. Von da nähert er sich wieder der Erde mit beschleunigter Geschwindigkeit. Einem solchen geworfenen Körper gleicht ein Planet auf seiner Bahn; von a steigt er gegen y und b immer langsamer, von b durch x nach a fällt er.

In a wird er von der Sonne am stärksten, in b am schwächsten angezogen. In der Ellipse der Erdbahn verhält sich Sa : Sb = 29 : 30; folglich die Kraft der Anziehung in a zu der in b = 30 · 30 : 29 · 29. Mit der Annäherung der Erde von b nach x und a hin nimmt nicht nur die Anziehungskraft zu, sondern, wie wir gesehen haben, auch die Bahngeschwindigkeit. Wäre dieses nicht, so würde die Erde sich dem Punkte S immer mehr und mehr nähern und endlich mit der Sonne vereinigen. Das Umgekehrte findet statt von a nach y zu. Ebenso würde sich die Erde, wenn mit der Abnahme der Anziehungskraft gegen b zu

nicht zugleich die Bahngeschwindigkeit und mit ihr die Centrifugalkraft abnähme, diese die Erde von der Sonne immer weiter und weiter entfernen.

Folgende Notizen und Zusätze dürften manchem Leser willkommen sein.

Der große Astronom Kepler, geboren 1571, gestorben 1630, hat folgende drei Gesetze entdeckt:

1) Die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne.

2) Der Radius Vector (der Leitstrahl) beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume.

3) Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Würfelzahlen ihrer mittleren Entfernungen.

Diese drei Gesetze heißen die Kepler'schen. Er leitete sie durch Schlüsse aus einzelnen Beobachtungen und Rechnungen ab (durch Induction); Newton, der die Theorie der allgemeinen Anziehung (allgemeinen Attraction oder Schwere) aufstellte, bewies sie wissenschaftlich. Einige Erläuterungen werden an rechter Stelle stehen.

Das erste Gesetz kennen wir schon.

Das zweite folgt aus einer kurzen Betrachtung.

S (Fig. 36.) sei der Mittelpunkt eines anziehenden Körpers, a der Ort eines angezogenen. Derselbe habe das Bestreben, sich vermöge des Beharrungsvermögens, der Schwung- oder Fliehkraft, von a nach b zu bewegen, in der Zeit, in welcher er von der Anziehungskraft des Punktes S von a nach c sich bewegen würde. Beide Kräfte vereinigt treiben ihn in derselben Zeit durch die Diagonale ad des Parallelogramms abdc. In der darauf folgenden gleichen Zeit würde er vermöge des Beharrungsvermögens in der geraden Linie ad fortgehen und de = ad zurücklegen. Gesetzt, df wäre der Raum, durch den ihn die Anziehungskraft in derselben Zeit führen würde, so bewegt er sich durch die Diagonale dg des Parallelogramms degf. In dem dritten, dem ersten gleichen Zeittheile ginge er in dg fort, durch gh = dg. Die Anziehungskraft bewege ihn durch gi: er durchläuft also gk, die Diagonale des Parallelogramms ghki, u. s. w. adgk ist der Weg des Planeten, eine krumme Linie, wenn ab, ac, de, df u. s. w., wie es sein muß, da die Kräfte stetig wirken, unendlich klein angenommen werden.

Eine gerade Linie von S nach a, d, g, k u. s. w., kurz nach einem Punkte der Bahn des Planeten, nennt man radius vector, Leitstrahl. Derselbe hat, wenn man sich ihn an dem Planeten befestigt denkt, in dem ersten Zeittheil das Δ Sad, in dem zweiten das Δ Sdg, in dem dritten das Δ Sgk beschrieben. Wie verhalten sich diese zu einander?

Man ziehe die geraden Linien Se, Sh.

ad = de

Δ Sad = Δ Sde, als $\Delta\Delta$ von gleichen Grundlinien und Höhen.

Δ Sde = Δ Sdg, aus demselben Grunde; Sd ist gemeinsame Grundlinie, und Sd # ge.

Δ Sad = Δ Sdg.

Ebenso ist $\Delta Sdg = \Delta Sgh$;

$\Delta Sgh = \Delta Sgk$

$\Delta Sdg = \Delta Sgk$;

d. h. die Flächenräume, welche der Leitstrahl in gleichen Zeiten beschreibt, sind einander gleich.

Wenden wir dieses noch auf die Fig. 35. an, so müssen, wenn die Bogen ad und bg in gleichen Zeiten durchschritten werden, die Dreiecke Sad und Sbg einander gleich sein. In Dreiecken von gleichen Flächen verhalten sich die Grundlinien umgekehrt wie ihre Höhen, d. h. $ad : bg = Sb : Sa$. Da nun ad und bg die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume, d. h. die Geschwindigkeiten des Planeten in den Punkten a und b vorstellen, so verhalten sich dieselben umgekehrt wie ihre Entfernungen von der Sonne. Also je weiter von der Sonne entfernt, desto langsamer, wie wir schon aus der Betrachtung der Winkel, unter welchen Anziehungskraft und Beharrungsvermögen zusammen wirken, erkannt haben. Jene Art des Erkennens ist eine mathematische, diese eine physikalische; jene ist zwar die genauere, aber diese entspringt aus dem Wesen der Sache nach dem Urtheil des gesunden Menschenverstandes, was auch seinen Werth hat.

Das dritte der Kepler'schen Gesetze soll durch ein Beispiel erläutert werden.

Umlaufszeit des Mercur = 88 Tagen, der Erde = 365 Tagen; Verhältniß = 88 : 365.

Entfernung des Mercur von der Sonne = 8 Millionen Meilen, der Erde = 21 Millionen; Verhältniß = 8 : 21.

Nehmen wir nun die Quadratzahlen jenes Verhältnisses:

$88^2 : 365^2 = 7744 : 133225 = 1 : 18$ ungefähr; und die Cubikzahlen dieses Verhältnisses:

$8^3 : 21^3 = 512 : 9261 = 1 : 18$ ungefähr: so ist der Satz durch ein Beispiel erläutert.

Dieses dritte Kepler'sche Gesetz dient dazu, die Entfernung eines Planeten von der Sonne zu berechnen, wenn seine Umlaufszeit und die Umlaufszeit eines andern nebst dessen Entfernung von der Sonne bekannt ist. Die Umlaufszeiten lernt man aus Beobachtungen am Fixsternhimmel kennen; wie findet man aber die Entfernung eines Planeten von der Sonne? —

Newton hat gezeigt, daß ein von einem Himmelskörper, z. B. der Sonne, angezogener Körper, wenn er sich mit jenem nicht vereinigt, in einem Kegelschnitte sich um ihn herum bewegen muß, also entweder in einem Kreise, oder in einer Ellipse, oder in einer Parabel, oder in einer Hyperbel. Die Sonne befindet sich in dem Brennpunkte der krummen Linie, beim Kreise im Mittelpunkte. Nicht theoretisch, sondern nur praktisch (d. h. erfahrungsmäßig) kann es herausgebracht werden, welche Linie der Körper (der Planet, der Komet ꝛc.) beschreibt. Er beharrt in der Linie, die er Anfangs eingeschlagen. Welche, dieß hängt von seiner anfänglichen Geschwindigkeit (woher er die bekommen, weiß man zwar nicht, sie muß aber angenommen werden;

eine anfänglich momentan wirkende Kraft, ein Stoß, reicht dazu hin) und seiner ursprünglichen Entfernung von der Sonne ab. Die Kegelschnitte der Planeten sind Ellipsen, auch die einiger Kometen. Von den übrigen Kometen ist es nur wahrscheinlich.

9. Denken wir daran, daß jedes materielle Theilchen von jedem andern, folglich jeder Körper unsers Sonnensystems von jedem andern, nicht bloß von der Sonne, angezogen wird, und verbinden wir damit die Vorstellung, daß die Anziehung, die ein Körper von einem andern erfährt, von seiner Masse und seiner Entfernung abhängt: so werden wir begreifen, daß die Bestimmung der Gesammtanziehung, welche irgend ein Körper des Sonnensystems, z. B. die Erde, an einem bestimmten Tage erleidet, eine sehr zusammengesetzte Aufgabe sein muß. Der Mond steht bald zwischen Sonne und Erde, bald der Sonne gegenüber; die unteren Planeten befinden sich bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der entgegengesetzten Seite der Sonne; die oberen Planeten sind bald mit der Erde auf derselben Seite der Sonne, bald auf der entgegengesetzten: folglich muß die Anziehung, welche die Erde von der Sonne erfährt, durch die Gesammtwirkung der Planeten mehr oder weniger geändert werden. Natürlich hat dieses auch auf die Bahn der Erde, die Geschwindigkeit ihres Umlaufes u. s. w. Einfluß. Wir bewundern hier den Scharfsinn der Astronomen, die dieses Alles zu berechnen wissen.

10. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper ausübt, hängt, außer der Entfernung, von seiner Masse ab, und die Masse von der Größe und der Dichtigkeit. Die Astronomen bestimmen die Größe der Körper unsers Sonnensystems, ihre Entfernungen und zugleich die Stärke der Anziehung. Denkt man dieses zusammen, so begreift man die Möglichkeit, daß sie auf die Dichtigkeit derselben einen sichern Schluß zu machen im Stande sind. Gesetzt z. B., wir vermöchten die Stärke zu bestimmen, mit welcher der Jupiter die Erde anzieht, und daß, wie es der Fall ist, seine Größe und seine Entfernung uns bekannt wären. Zieht er nun die Erde weniger stark an, als es nach Verhältniß seiner Größe und Entfernung erwartet werden muß, so kann dieses nur daher rühren, daß seine Masse lockerer ist als die der Erde. Kennt man nun diese, wie man sie kennt (im Durchschnitt etwa 5½mal

so dicht als reines Wasser *)), so läßt sich ein Schluß machen auf die Dichtigkeit des Jupiter. So haben die Astronomen das Verhältniß der Dichtigkeit der Himmelskörper bestimmt, und gefunden, daß

die Sonne 354000mal so viel Masse hat als die Erde,
der Mond $\frac{1}{86}$ — — — —
der Jupiter 295 — — — —
der Saturn 95 — — — —
der Uranus 17 — — — —

und daß, die Dichtigkeit der Erde =1 gesetzt,

---

*) Wie obiges Resultat gefunden worden, soll hier in einer Anmerkung angedeutet werden.

Hängt man ein Pendel in der Nähe eines großen Berges oder Gebirges (an den Pyrenäen, in den Schottischen Alpen) auf, so wird es durch die Masse des Berges von der senkrechten, d. h. nach dem Schwerpunkte der Erde gehenden, Richtung abgelenkt. Um wie viel, kann durch Verlängerung des Pendels bis zum Himmel erkannt, also das Verhältniß der Stärke der Anziehung des Berges zu der des Erdkörpers gefunden werden. Dieses ist eine Folge: 1) von der Masse des Berges; 2) von der Masse der Erde; 3) von der Entfernung des Pendels von dem Mittelpunkt (Schwerpunkt) des Berges; 4) von der Entfernung von dem Schwerpunkte (Mittelpunkte) der Erde. Nr. 1, die Masse des Berges bestimmt man durch seine Größe (sein Volum) und die Dichtigkeit (das specifische Gewicht) seiner Masse. Ferner kennt man Nr. 3. und 4. Folglich ist nur Nr. 2. unbekannt, und kann aus der Stärke der Ablenkung des Pendels und den übrigen bekannten Größen erschlossen werden.

Auf diesem sinnreichen Wege hat man obiges Resultat gefunden. Es stimmt mit dem, was man durch die Drehwage ermittelt hat, nahe überein.

Man befestigt an den Endpunkten eines sehr dünnen Stabes von Holz zwei Bleikugeln von gleicher Größe und Masse, hängt denselben in seinem Schwerpunkte zwischen zwei möglichst großen, gleichen Massen (z. B. Bleikugeln) auf, bringt ihn aus der Ruhe durch eine Seitenbewegung: so schwingt er (die Drehwage) zwischen den beiden großen Massen hin und her. Aus der Größe und der Zeit dieser Schwingungen, verglichen mit der Größe und der Zeitdauer der Schwingungen, welche die Erde an einem senkrecht aufgehängten Pendel hervorbringt, läßt sich das Verhältniß der Anziehungen, und folglich, da alle übrigen Größen bekannt sind, die Dichtigkeit des Erdkörpers erschließen.

Kennt man sie ($5\frac{1}{2}$mal so dicht als Wasser), so läßt sich, da die Größe der Erde bekannt ist, das Gewicht derselben bestimmen: 14 Quadrillonen Pfund.

die Sonne $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde,
der Mond $\frac{7}{10}$ (nach Hansen $\frac{8}{10}=\frac{4}{5}$) der Dichtigkeit der Erde,
die Venus wenig dichter oder eben so dicht als die Erde,
der Mercur 3—4mal so dicht ist,
alle übrigen aber weniger dicht sind.

Aus der Angabe der Massen, mit den Größen der Himmelskörper verglichen, ergiebt sich dieses. Denn wäre z. B. die Sonne so dicht wie die Erde, so müßte sie, da sie 1400000mal den Raum der Erde einnimmt, auch 1400000mal so viel Masse haben; sie hat aber nur etwa den 4ten Theil dieser Masse, folglich nur $\frac{1}{4}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde.

11. Wenden wir das oben vorgetragene Gesetz über die Abnahme der Anziehungskraft noch besonders auf den Mond an, so erhellet, daß der Mond, da er 60 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkt der Erde entfernt ist, 60 · 60 oder 3600mal so schwach von der Erde angezogen werden muß, als ein Körper an der Oberfläche der Erde, der nur 1 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist. Die Fallgeschwindigkeit in der ersten Secunde ist ein Maaß für die Stärke der Anziehung. Da nun ein Körper an der Erdoberfläche in der ersten Secunde etwa 15 Fuß fällt, so fällt der Mond in einer Secunde um $\frac{15}{3600}=\frac{1}{240}$ Fuß nach der Erde zu. Daß er nicht auf der Erde ankommt, rührt von der Schwung- oder Tangentialkraft her.

Nicht schwer ist es auch zu begreifen, daß man wird bestimmen können, wie schnell ein Körper auf der Oberfläche des Mondes, der Sonne oder eines Planeten in der ersten Secunde fallen wird. Man muß nur bedenken, daß die Schnelligkeit des Falles abhängt von der Masse und der Entfernung vom Centrum des anziehenden Körpers. So haben die Astronomen gefunden, daß, während ein Körper auf der Erdoberfläche in der ersten Secunde 15 Fuß fällt, ein solcher auf

dem Monde in der ersten Secunde etwa 3 Fuß,
der Sonne — — — — 430 —
dem Jupiter — — — — 38 —

fallen würde. Danach ist auch das Gewicht oder besser der Druck, welchen die Körper dort auf eine Unterlage ausüben, zu berechnen. 3 Fuß ist $\frac{1}{5}$ von 15 Fuß; folglich wiegt ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, auf dem Monde $\frac{1}{5}$ (nach Han-

sen nahe $\frac{1}{6}$) Pfund, auf der Sonne etwa 29 Pfund, auf dem Jupiter $2\frac{1}{2}$ ($2\frac{8}{15}$) Pfund. Wenn sich daher auf dem Monde lebendige Wesen befinden, welche dieselben Kräfte haben, wie die auf der Erde, z. B. Pferde, so wird ihnen das Bergsteigen, Lastenbewegen u. s. w. viel leichter werden als denen auf der Erde.

Bedenken wir endlich, daß ein Körper, in die Linie zwischen Mond und Erde gestellt, von beiden nach entgegengesetzten Richtungen angezogen wird, so begreifen wir auch, daß der Punkt sich wird bestimmen lassen, wo die Anziehung des Mondes und der Erde einander das Gleichgewicht halten. Die Astronomen wissen, daß dieser Punkt etwa 7 Erdhalbmesser vom Monde, folglich $60 - 7 = 53$ Erdhalbmesser von der Erde entfernt ist. Würde also von der Erde ein Körper so in die Höhe geworfen, daß er über jenen Punkt hinausginge, so würde er auf den Mond fallen; und wenn man auf dem Monde im Stande wäre, einen Körper mehr als 7 Erdhalbmesser $= 7 \times 860 = 6020$ Meilen in die Höhe zu schleudern, so würde er auf der Erde ankommen. Manche Physiker haben behauptet, daß die sogenannten Meteorsteine vom Monde herrührten, von Mondvulkanen in die Höhe geschleudert würden. Diese Möglichkeit ist da, wenn auf dem Monde Kräfte wirken, welche einen Körper 13mal so schnell in die Höhe schleudern, als eine Kanonenkugel auf Erden zu fliegen pflegt. Wahrscheinlich ist es aber keineswegs.

12. Hierher gehört noch das Nothwendigste über die Ebbe und Fluth, welche durch die Anziehung des Mondes und der Sonne hervorgebracht wird. Zuerst von den Thatsachen, dann von den Ursachen.

In den größeren Meeren und an den Seeküsten, wo die Erscheinung am merklichsten ist, erheben und senken sich täglich innerhalb 24 Stunden zweimal die Gewässer, und zwar in regelmäßiger Abfolge. Von dem tiefsten Stande des Wassers an erhebt es sich allmählig 6 Stunden lang, bedeckt Sandbänke und Klippen, überschwemmt die Küsten und dringt in die Mündungen der Flüsse, bis es seinen höchsten Stand erreicht hat. Diese 6 Stunden nennt man die Zeit der Fluth und den höchsten Stand das Hochmeer. Die Dauer desselben ist nicht lange, bald merkt man eine Abnahme der Höhe, an den Küsten ein allmähliges Zurücktreten des Wassers, bis es 6 Stunden nach dem höchsten

Stande den tiefsten Stand erreicht. Diese Zeit wird die Zeit der Ebbe, die Abnahme selbst die Ebbe genannt. Einige Zeit nachher fängt das Steigen wieder an und wechselt regelmäßig mit der Ebbe *). Gewiß eine höchst merkwürdige Erscheinung.

Darum und weil sie für die Thätigkeit in den Häfen, für das Ein- und Auslaufen der Schiffe — zu jenem benutzt man die Zeit der Fluth, zu diesem die Zeit der Ebbe — von hoher Wichtigkeit ist, hat man die Erscheinung genau beobachtet und Folgendes gefunden: Nicht genau innerhalb 24 Stunden, sondern innerhalb 24 Stunden 50 Minuten wechseln Ebbe und Fluth zweimal mit einander. War heute präcis um 12 Uhr Mittags Hochmeer, so findet es morgen 50 Minuten nach Mittag statt, übermorgen wieder 50 Minuten später als am vorhergehenden Tage u. s. w., und am ersten Tage war 12 Uhr 25 Minuten nach Mitternacht die Morgenfluth, am zweiten 50 Minuten später, um 1 Uhr 15 Minuten, und so fort. Wer es weiß, daß der Mond täglich 50 ($49\frac{1}{2}$) Minuten später durch den Meridian eines Ortes geht, dem muß das Zusammenfallen dieser Erscheinungen als bemerkenswerth vorkommen. Kein Wunder, daß man die Zeit der Fluthen mit dem Lauf und den Stellungen des Mondes verglich. Dadurch kam man noch auf folgende Erfahrungen: Die stärksten Fluthen fallen mit den Zeiten des Neu- und Vollmonds zusammen, d. h. ereignen sich dann, wenn Mond und Sonne beisammen oder einander gegenüber stehen, oder 1 bis $1\frac{1}{2}$ Tage nachher; am schwächsten pflegt dagegen die Fluth zu sein, wenn der Mond 90^0 von der Sonne entfernt ist, d. h. zur Zeit des ersten und letzten Viertels. Zwischen diesen Zeitpunkten liegen die mittleren Fluthen. Von ganz besondrer Stärke pflegen sie zu sein, wenn die Erde in der Sonnennähe, der Mond in der Erdnähe steht, und diese Zeitpunkte mit Neu- und Vollmond zusammentreffen.

Der Mond scheint jedoch von stärkerem Einfluß zu sein als die Sonne. Endlich bemerkten die Schiffer und Seeküstenfahrer, daß die Fluthen in der Nähe des Aequators der Erde, zwischen

---

*) Wir bleiben auch hier bei allgemein-normalen Angaben stehen. Sonst wäre zu bemerken: daß das Steigen des Wassers meist nicht so lange dauert als das Fallen, jenes oft nur $3\frac{1}{2}$, dieses gegen 9 Stunden.

den Wendecirkeln am stärksten sind, in größeren Breiten nach Norden oder Süden schwächer werden, daß in hohen Breiten, in Binnenmeeren, z. B. in der Ostsee, im kaspischen Meere, Ebbe und Fluth nicht mehr merklich sind, endlich, daß Ortsverhältnisse sowohl auf die Höhe der Fluth als auf die Zeit derselben oft von bedeutendem Einfluß sind, so daß ein Ort von größerer Breite höhere Fluthen haben kann als ein andrer von geringerer Breite. Auch bleiben Winde und Stürme auf Ebbe und Fluth nicht ohne Einfluß.

Durch alle diese Thatsachen wurde man darauf geleitet, die Ebbe und Fluth mit den Stellungen der Sonne und besonders des Mondes in Verbindung zu bringen. Zuerst bemerkte man, daß im Allgemeinen das ungefähr innerhalb 24 Stunden zweimal eintretende Hochmeer mit dem höchsten und tiefsten Stande des Mondes, d. h. mit seiner oberen und unteren Culmination oder seinem Durchgang durch den Meridian eines Ortes zusammenfiel, jedoch gewöhnlich erst einige Zeit nachher, 1, 2, 3 oder mehrere Stunden nachher eintrat, und daß Orte, die unter demselben Meridian liegen, ungefähr zu gleicher Zeit Ebbe und Fluth haben. Man versuchte daher die ganze Erscheinung aus der Einwirkung des Mondes auf die Erde, aus der Anziehung, die er auf dieselbe, besonders auf das leicht bewegliche Element des Wassers ausübt, zu erklären, und die Physiker denken sich die Sache wie folgt.

In Fig. 37. stelle a d b c die Erde, M den Mond vor. Der Ort a hat ihn in seinem Zenith, der Ort b in seinem Nadir, jenem steht er am nächsten, diesem am entferntesten, der Mittelpunkt der Erde E und c und d haben ihn in mittlerer Entfernung. Die Stärke der Anziehung, die ein Körper auf andre ausübt, richtet sich nach der Entfernung von ihm. Der Punkt a wird also bei der angegebenen Stellung am stärksten, b am schwächsten, E, c, d mit mittlerer Stärke angezogen; a stärker als E, E stärker als b. Sind Wassermassen in a und b, so wird sich das Wasser in a erheben, in b wird es hinter E zurückbleiben, d. h. sich auch erheben, folglich ist in a und b Fluth. Darum strömen die Wassermassen von c und d gegen a und b zu; in c und d wird folglich zu gleicher Zeit Ebbe sein. Nach 6 Stunden gilt das für c und d, was eben von a und b gesagt wurde,

u. s. w. *). Daß die Fluth nicht genau mit den Zeiten der Culmination des Mondes zusammentrifft, wird davon herrühren, daß es einiger Zeit bedarf, ehe das Wasser dem Einfluß des Mondes nachkommt, gerade wie auch die größte Hitze des Sommers und die größte Kälte des Winters erst einige Zeit nach dem höchsten und tiefsten Stande der Sonne einzutreten pflegt, und die größte Hitze eines Tages nicht um 12 Uhr Mittags, sondern eine oder

*) Da der Mond nach 24 Stunden 49½ Minuten abermals culminirt, so denkt man sich, daß die Fluthwelle in dieser Zeit einen Umlauf um die Erde gemacht habe. Dieses ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob dieselbe Wasserwelle mit dieser Geschwindigkeit um die Erde rotirt sei. Vielmehr ist es nur eine Erhebung des Wassers, die der Bewegung des Mondes folgt, und die Geschwindigkeit derselben Wassermasse ist, mit jener angeblichen verglichen, unendlich klein. Man kann sich eine Reihe von 100000 elastischen Kugeln von Osten nach Westen um die Erde herum gelegt denken. Werden diese in ihrer Verbundenheit um den Raum einer fortgeschoben, so ist das Resultat dasselbe, als wenn eine einzige mit der hunderttausendfachen Geschwindigkeit in derselben Zeit um die Erde liefe. Da die Erdkugel keine bloße Wasserkugel, sondern mehr als ¼ der Oberfläche aus Land besteht, so kann sich die ursprüngliche Fluthwelle wohl eigentlich nur in großen Oceanen bilden, am stärksten und ungestörtesten im großen oder stillen. Dieselbe rotirt von Osten gegen Westen, stößt an den Ostküsten Asiens und Neuhollands auf Hindernisse, sie drängt sich in die Oeffnungen hinein, die Fluth wird also in beengten Räumen, Meerengen, stärker sein als auf der hohen See, wo sie, wie an den kleinen Inseln des genannten Oceans, von den Seefahrern kaum bemerkt und berücksichtigt wird. Bei ihrem Fortschritte geht sie um's Cap der guten Hoffnung herum, sie drängt sich wegen der Beschaffenheit des atlantischen Oceans vorzüglich gegen Norden, und erzeugt die Fluthen, die an den europäischen und nordamerikanischen Küsten wahrgenommen werden. Die Ostküsten werden im Allgemeinen höhere Fluthen haben als die Westküsten. Oertliche Beschaffenheiten üben darauf einen großen Einfluß. In Brest betragen die Springfluthen 19, die Quadratfluthen (Nippfluthen) 8 Fuß; in der Fundybay an der Nordostgränze der vereinigten Staaten, welche gegen Süden weit ist und gegen Norden einen engen Hintergrund hat, erreichen die Springfluthen eine Höhe von 50 bis 70 Fuß über den Ebben. Die Fluthen dringen auch in die Flüsse. Bei Hamburg (18 Meilen von Cuxhafen) ist sie noch sehr merklich, ja man spürt sie noch in Lauenburg. Im Maranhon dringt die Fluth 150 Meilen von der Mündung aufwärts. Die Zeit, welche von der Culmination des Mondes bis zum Eintritt der Fluth an einem bestimmten Orte zerfließt, heißt die Hafenzeit dieses Ortes, welche der Schiffer kennen muß.

zwei Stunden später empfunden wird. Da des Mondes Anziehung vorzüglich auf die Orte wirkt, denen er wirklich in's Zenith kommt oder doch demselben nahe, so erklärt sich dadurch, daß die Fluthen zwischen den Wendecirkeln die höchsten sind und allmählig gegen den Nord- und Südpol hin abnehmen.

Die Sonne ist in dieser Beziehung von schwächerem Einfluß als der Mond. Die Erhebungen des Wassers, die sie bewirkt, werden nach 12 Uhr Mittags und Mitternachts in den tropischen Gegenden merkbar sein, und wenn der Einfluß des Mondes sich mit dem der Sonne vereinigt, d. h. zu den Zeiten des Neu- und Vollmonds, werden die Fluthen die größte Höhe erreichen, zu den Zeiten der Mondsviertel, den Quadraturen, wirken Mond und Sonne einander entgegen. Die Mondfluth ist im Mittel 3mal so stark als die Sonnenfluth. Stehen Sonne und Mond mit der Erde in einer Richtung, so summiren sich beide; sind aber die Richtungen beider um einen rechten Winkel (im ersten und letzten Viertel des Mondes) aus einander, so subtrahiren sie sich.

Daß der Mond auf das Wasser an der Oberfläche der Erde stärker wirken soll als die Sonne, muß ohne weiteres Nachdenken Den Wunder nehmen, welcher weiß, daß die Sonne doch im Allgemeinen die Erde viel stärker anzieht als der Mond. Der scheinbare Widerspruch schwindet, wenn man bedenkt, daß Ebbe und Fluth nicht herrühren von der absoluten Anziehung der Sonne und der des Mondes, sondern von der Ungleichheit der Anziehung, die sie auf verschiedene Theile der Erdoberfläche ausüben. Die Sonne ist von der Erde 21 Millionen Meilen weit entfernt; gegen diese Entfernung verschwindet fast die Länge des Erddurchmessers von 1720 Meilen; folglich zieht die Sonne das ihr zugekehrte Wasser wenig stärker an als das von ihr abgewandte. Der Mond aber ist nur 50000 Meilen entfernt, womit der Durchmesser der Erde verglichen, schon eine nicht unbeträchtliche Größe ist. Darum zieht der Mond den Theil des Meeres, der ihm gerade zugekehrt ist (a in Fig. 37.), bedeutend stärker an als den entgegengesetzten Theil (b in derselben Figur). Und eben darum bewirkt nicht die Sonne, sondern vorzugsweise der Mond, Ebbe und Fluth.

Da die Luft viel leichter und flüssiger ist als das Wasser, so

steht zu vermuthen, daß Mond und Sonne in ähnlicher, nur noch stärkerer Weise auf das Luftmeer wirken. Auf dem Grunde desselben, den wir bewohnen, ist diese Wirkung unmittelbar so wenig zu bemerken, als auf tiefen Meeresgründen das, was sich an der Meeresoberfläche zuträgt.

13. Das oben im Kapitel über die Achsendrehung der Erde (Nr. 4.) Gesagte läßt sich hier noch etwas genauer darstellen.

Aus den Gradmessungen in Peru, am Cap der guten Hoffnung, in Frankreich und Lappland haben die Physiker das Verhältniß des Durchmessers des Aequators zur Erdachse berechnet, es sei 287 : 286 (siehe oben!). Stimmen die Berechnungen der Gestalt der Erde aus den verschiedenen Längen des Secundenpendels damit überein? Das Secundenpendel ist in Lappland (Kola) 441, in Paris 440, in Peru 439 französische Linien lang. Da die Anziehungskraft der Erde die Ursache der Pendelschwingungen ist, und im geraden Verhältniß der Pendellängen steht, so verhält sich dieselbe in Kola : der in Paris : der in Peru = 441 : 440 : 439. Die daraus folgende Verringerung der Schwere von den Polen nach dem Aequator zu ist größer, als sie, durch die Schwungkraft hervorgerufen, sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Folglich muß die Erde an dem Aequator erhaben, an den Polen abgeplattet sein.

Die auf diese Beobachtungen angestellten Berechnungen über den Fall der Körper in verschiedenen Breiten stimmen natürlich damit überein.

a) Unter dem Aequator fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2167 französische Linien;

b) in Paris fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2174 französische Linien.

a) Die Centrifugal- oder Schwungkraft beträgt unter dem Aequator in 1 Secunde 7 französische Linien;

b) in Paris in 1 Secunde 3 französische Linien, wenn man sie unter der Voraussetzung, daß die Erde eine vollkommne Kugel sei, berechnet.

Da am Pole keine Schwungkraft statt findet, so fällt ein Körper am Pole in 1 Secunde nach den Angaben:

unter a durch 2167 + 7 = 2174 französische Linien;
unter b — 2167 + 3 = 2177 — — .

Diese Resultate stimmen also nicht mit einander überein; vielmehr ist die Schwere in Paris größer, als sie sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel des Aequatordurchmessers wäre. Die Schwere ist dazu zu groß, die Schwungkraft zu klein. Folglich muß Paris dem Mittelpunkte der Erde näher liegen, d. h. die Erde abgeplattet sein.

Ohne Achsendrehung würde ein Körper am Aequator in 1 Secunde durch 2174 französische Linien fallen; die Schwungkraft bewegt ihn in 1 Secunde durch 7 Linien. Das Verhältniß der Anziehungskraft zur Schwungkraft ist folglich am Aequator $=2174:7$ $=310:1$. Dieses Verhältniß stimmt mit einem der oben angegebenen, 305 : 1, nahe genug überein.

Ist die Erde ursprünglich wirklich ein flüssiger Körper gewesen, dessen Massen sich in's Gleichgewicht setzten, so muß ein Halbmesser des Aequators 305, die halbe Achse 304 Massentheile erhalten haben.

Es läßt sich berechnen, wie schnell die Erde sich drehen müßte, wenn die Schwungkraft der Schwerkraft auf dem Aequator gleich werden sollte, so daß die Körper gar nicht mehr gravitirten. Man findet als Resultat, daß dieses der Fall wäre, wenn sie sich 17 mal so schnell drehete als jetzt, also der Sterntag $\frac{24}{17}$ Stunden Sternzeit betrüge.

Nach Hansen hat ein Körper, dessen Schwere unter dem Aequator 1 ist, an den Polen eine Schwere von $1\frac{1}{200}$. Im luftleeren Raum würde ein Körper am Aequator $15\frac{14}{1000}$, an den Polen $15\frac{132}{1000}$ Pariser Fuß fallen.

Wer eine gründlichere Einsicht in diesen interessanten Gegenstand gewinnen will, findet sie unter andern in:

1) Bode's Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1803, 2te Aufl., §. 139 ff.; 2) Kämptz's Lehrbuch der Experimentalphysik, Halle 1839, Nr. 175.

Anmerkung. Da die Anziehung eine Grundeigenschaft aller Materie ist, so sind die Bewegungen der Körper des Sonnensystems ein Resultat der Gesammtwirkung Aller. Die Sonne überwiegt an Einfluß alle übrigen weit, aber der Einfluß dieser ist nicht Null. Es begreift sich daher, daß die Berechnung der wahren Bahn eines Weltkörpers keine Kleinigkeit ist, und sich nicht vollziehen läßt wie ein Regel-de-Tri-Exempel, und daß die Bahn keines Körpers eine ganz regelmäßige ist. Als eine solche wird sie aber zunächst angesehen, und die Abweichungen davon werden von den Astronomen zu den

Störungen gerechnet. In diesem Sinne muß man das Wort nehmen. Die Einfachheit der Rechnungen wird gestört; aber sonst nichts. In der Natur ist Alles Ordnung, Gesetz und Regel, kein Körper stört den andern. Die Abweichungen von einer regelmäßigen Bahn gehören eben so gut zur Ordnung, wie alles Uebrige.

Aufgabe 1. Zu berechnen die Geschwindigkeit der Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne in 1 Secunde, mit Zugrundlegung der oben im Kapitel über das Sonnensystem Nr. 3. angegebenen Entfernungen von der Sonne und ihrer Umlaufszeiten.

Aufgabe 2. Zu berechnen die Zahl der Grade, welche die Planeten auf ihren Bahnen durchschreiten, während der Mercur (in 88 Tagen) einen ganzen Umlauf um die Sonne macht. (In runden Zahlen! — Die der vorigen Aufgabe zu Grunde liegenden Umlaufszeiten sollen beibehalten werden.)

Dieses ist durch eine Zeichnung zu veranschaulichen. Siehe Fig. 38.

Zusatz. Da man gern über die Ursachen der Erscheinungen, Wirkungen ꝛc. nachdenkt, so kehrt die Frage nach der Ursache der Rotation und Revolution der Erde immer wieder. Die Erde hat eine doppelte Bewegung eine drehende und eine fortschreitende (eine rotirende und eine revolutionirende). Die letztere ist viel schneller als die erstere. Denn während die Erde in einer Secunde 4 Meilen auf ihrer Bahn fortschreitet, dreht sich ein Punkt auf dem Aequator etwa durch $\frac{1}{16}$ Meile. Wie beide entstanden sind, darüber giebt es viele (hypothetische) Meinungen, auf deren Beurtheilung wir uns hier zwar nicht einlassen können; aber es kann nicht schaden, wenn wir hier die mechanischen Ursachen andeuten, welche die Bewegung oder Drehung einer Kugel bewirken.

1) Erhält eine auf einer ganz glatten Ebene oder im freien Raume schwebende Kugel einen Stoß in der Richtung eines Halbmessers (einen centralen Stoß), so bewegt sich die Kugel in der Richtung des Stoßes fort, ohne Drehung.

2) Wird eine Kugel (unter den vorigen Bedingungen) von zwei gleichen Kräften gestoßen, welche in gerade entgegengesetzten Richtungen gleich weit vom Mittelpunkte auf die Kugel wirken, so dreht sich die Kugel an ihrer Stelle ohne Fortschreitung um sich selbst, und zwar um so schneller, je stärker die Kräfte sind und je weiter sie vom Mittelpunkt entfernt wirken.

3) Wenn eine Kraft (ein Stoß) auf eine Kugel wirkt, nicht central, sondern fast tangential, so entsteht eine doppelte Bewegung: fortschreitend und drehend; beide können einander gleich sein, d. h. während eine Drehung erfolgt, schreitet die Kugel so weit fort, als der Umfang der Kugel beträgt. Die Bewegung ist gleich der eines auf einer Ebene rollenden Rades, welches durch einen auf seine Peripherie wirkenden Stoß, Zug oder Druck fortgeschoben wird. Man braucht sich nämlich nur die Extreme der Erregung der Kugel zu denken, d. h. die centrale und die tangentiale. Jene bewirkt nur Fortschreiten, diese nur Drehen. Eine mittlere Erregung bewirkt Fortschreiten und Drehen. Da muß es einen Punkt geben, wo beide gleich sind. Darum:

4) Erleidet die Kugel endlich einen Stoß, weder central noch tangential, auf einen Punkt zwischen den Endpunkten des Halbmessers, so entsteht eine fortschreitende und eine drehende Bewegung, und zwar überwiegt jene diese um so mehr, je mehr der Stoß sich dem centralen nähert, sie wird aber dieser um so mehr gleich, je mehr sich der Stoß dem tangentialen nähert.

Dieser 4te Satz findet seine Anwendung auf die Erde. Denn sie hat diese doppelte Bewegung. Aus der Wirkung oder den Wirkungen schließt man rückwärts auf die Ursache. Also ist anzunehmen, daß die Erdkugel einen Stoß oder eine Erregung, deren Wirkung dem Stoße gleich gewesen, erfahren hat, und zwar einen nicht centralen, aber doch nicht allzu weit von dem centralen entfernten Stoß, da die fortschreitende Bewegung die drehende an Stärke um mehr als das 60fache überwiegt.

VI. Physische Beschaffenheit des Mondes, der Sonne, der Planeten und Kometen.

Es ist ganz natürlich, daß der bis zum Ende des vorigen Kapitels, mit welchem das Wesentlichste unsrer Aufgabe gelöset ist, vorgedrungene Leser gern etwas über die Naturbeschaffenheit der wichtigsten Himmelskörper vernehmen möchte. Wir erzählen darum Einiges von dem, was die Astronomen davon an's Licht gebracht haben oder darüber meinen.

1. Von der Sonne ☉.

1. Mit Recht beginnen wir mit dem Körper, der als der Herrscher im Sonnensystem angesehen werden muß, mit der Sonne. Eines Gefühls der Erhabenheit und Ehrfurcht können wir uns nicht entschlagen, wenn wir an sie denken; daran denken, was wir ihr verdanken, was wir wären ohne sie. Kein Wunder, daß daher die alten Völker bei der frommen Betrachtung der Natur vorzugsweise dem Dienste der Sonne sich widmeten und unter mancherlei Symbolen ihr ihre Verehrung und Dankbarkeit auszudrücken suchten. An ihren Gang, ihre Thätigkeit, ihren Einfluß sind alle Segnungen, die die Erde spendet, gebunden. Steigt

sie, so erwachen die Kräfte der Erde, und wenn sie sinkt, so nehmen diese ab. Mit dem kürzesten Tage wird für uns ein neues physisches Jahr geboren, und in der Zunahme der Länge der Tage erblicken wir die Gewißheit, daß der beglückende Frühling sich nähert.

Mit Recht nimmt sie daher in der Mitte des Systems von Körpern, die zu ihr gehören, die erste Stelle ein. Die Planeten und Kometen umkreisen sie. Wer so segnet, wie sie, hat gerechte Ansprüche auf Verehrung und Dienstbarkeit. Aber welche Eigenschaft verleiht ihr die Macht, die sie über die andern ausübt? Nur sich selbst, ihrer Masse, die nach Hansen *) 355000 (354936) mal so groß ist als die Masse der Erde, und mehr als 700mal so groß als die Masse aller Körper, die zu ihr gehören, zusammengenommen. Diese ungeheure Masse verleiht ihr die Macht, die sie ausübt; mit ihr fesselt sie alle andern Körper an die Orte, die sie einnehmen, und sollte sie sich von der Stelle bewegen, die andern müßten ihr folgen. Die Sonne sichert Bestand, Ordnung und Regel in dem System, das sie beherrscht.

2. Die Größe und Dichtigkeit der Masse der Sonne kennen wir schon; wir erinnern nur daran und fügen Einiges bei. Alles in runden Zahlen.

Man unterscheidet scheinbare und wirkliche Größe. Der Winkel, unter dem sie erscheint, schwankt, da wir nicht immer gleich weit von ihr entfernt sind, zwischen 31 und 33 Minuten, ist also im Durchschnitt $\frac{1}{2}$ Grad groß. Die wirkliche Größe ihres Durchmessers beträgt 188000 Meilen, ihre Oberfläche 111 Millionen Quadratmeilen, und ihr Raum 3500 Billionen Kubikmeilen. Von diesen Größen haben wir keine Vorstellung, wir vergleichen sie daher mit andern. Der kleinste Planet ist Vesta. Ihr Durchmesser soll noch nicht einmal 60 Meilen betragen. Der Sonnendurchmesser ist 3100mal so groß. 30000 Millionen Kugeln wie Vesta würden einen Körper bilden, an Größe der Sonne gleich. Der Sonnendurchmesser ist 113mal so groß als der Erddurchmesser, und 1,400,000 Erdkugeln würden die Sonnenkugel füllen. Alle Planeten zusammen würden noch nicht den 560sten Theil der Sonnenkugel einnehmen. Zu einer Reise um

*) Astronomisches Jahrbuch von Schumacher, 1837.

ihren Aequator gebrauchte man auf einem Erddampfschiff oder auf einem Dampfwagen die oben bemerkten Zeiten. Ein Reisender, der täglich 10 Meilen machte, würde in 59,160 Tagen diesen Weg zurücklegen, etwa in 160 Jahren. Zu einer solchen Reise um den Erdäquator bedürfte es nur 540 Tage. An der Sonne ist Alles riesenmäßig, kolossal, ungeheuer. Ihre Masse entspricht nicht ihrer Größe, wie wir schon wissen, sie hat nur $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde; sie ist also nach Verhältniß ein lockerer Körper, hat im Durchschnitt die Dichtigkeit des Bernsteins. 355000 Erdkugeln in der einen Schale einer Wage würden der Sonne in der andern das Gleichgewicht halten.

An der Oberfläche der Sonne fällt ein Körper in der ersten Secunde 430 Fuß, also in der zweiten 3mal, in der dritten 5mal 430 Fuß u. s. w. Die Geschwindigkeit ist also von Anfang an $\frac{430}{15}$ = 29mal so groß als auf der Erde. Ein Körper, der hier 1 Pfund wiegt, würde auf der Sonne 29 Pfund (genauer 28 Pfund $11\frac{1}{2}$ Loth) wiegen, wenn man ihn auf der andern Wagschale mit Erdmassen wägen könnte, und ein Mensch, dessen Körper 150 Pfund wiegt, würde an der Oberfläche der Sonne eine Last von 4350 Pfund zu tragen haben.

3. Das Licht bewegt sich von der Sonne zur Erde in 8 Minuten. Woher weiß man dieses?

Ein Däne, Olof Römer, hat es entdeckt — durch die Trabanten des Jupiter. Wir sind demselben bald näher, bald weiter von ihm entfernt. Der Unterschied beträgt die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen. Der Jupiter verfinstert zuweilen seine Trabanten, die Trabanten ihn. Die Berechnung, wann diese Finsternisse auf der Erde (mit guten Fernröhren) gesehen werden müßten, wurde für die mittlere Entfernung der Erde von dem Jupiter angestellt. Da fand sich denn, daß die Beobachtungen mit den Berechnungen übereinstimmten, wenn die Erde wirklich die mittlere Entfernung vom Jupiter hatte, zugleich aber, daß die Beobachtung dann, wenn die Erde sich in der Jupitersnähe befand, früher, dann, wenn die Erde sich in der Jupitersferne befand, später eintrat, als die Berechnung es festsetzte. Die Ursache dieser Erscheinungen entdeckte Römer darin, daß das Licht Zeit gebraucht, um von dem Jupiter zur Erde zu

gelangen. Wir sehen die Erscheinungen also später, als sie dort eintreten, wie wir auf Erden in beträchtlichen Entfernungen Schälle, die entstehen, nicht in dem Augenblick des Entstehens, sondern später hören. Genaue Beobachtungen ergaben, daß das Licht den Durchmesser der Erdbahn in 16 Minuten durchschreitet, also von der Sonne in 8 Minuten zur Erde gelangt. (Die Veranschaulichung dieses Satzes dnrch eine Zeichnung des Jupiter mit seinen Trabanten und der Erdbahn ist so leicht, daß sie übergangen werden kann.)

Im Durchschnitt legt das Licht in einer Secunde 42000 Meilen zurück. Dieses ist die größte, uns bekannte Geschwindigkeit. Sie scheint durch die Expansivkraft (Wellenbewegung, Undulation) des Lichtes oder durch die Abstoßungskraft des leuchtenden Körpers hervorgebracht zu werden. Ungeachtet dieser ungeheuern Geschwindigkeit trifft das Licht unser Auge ohne Stoß; folglich muß es — wenn es anders ein Materie ist — eine sehr feine Materie sein. Man rechnet es zu den unwägbaren Substanzen. Ob es in Strahlen von der Sonne ausströmt, oder ob es in Schwingungen besteht, welche durch leuchtende Körper hervorgerufen werden, etwa wie Luftschwingungen durch einen tönenden Körper, wissen wir nicht mit Sicherheit.

Das Sonnenlicht erscheint, ungebrochen oder unzertheilt, weiß; durch die Regentropfen und ein Glasprisma wird es in die bekannten 7 Farben des Regenbogens: roth, hell- oder orangegelb, dunkelgelb, grün, hellblau, dunkelblau und violet, zerlegt. Das weiße Sonnenlicht ist folglich aus diesen verschiedenfarbigen Strahlen zusammengesetzt. Dieser Eigenschaft verdanken wir wahrscheinlich die Farben, in welchen die Körper strahlen: die Farben der Pflanzen und Thierkörper, die grüne Farbe der Blätter, die Farben der Blumen und Blüthen, der Schmetterlingsflügel u. s. w., die Farbe jugendlicher Wangen und aller Thierhäute, die Morgen- und Abendröthe, die Farben der Sterne und Diamanten. Ohne diese Eigenschaft des Sonnenlichts würde Alles ein graues, aschfarbiges Ansehn haben.

Das Sonnenlicht weckt die Wärme in den Körpern der Erde. Ob es selbst warm ist, wissen wir nicht genau. Wahrscheinlich ruft es nur die Wärme hervor, und zwar am stärksten, wenn es die Oberfläche eines Körpers senkrecht trifft; je schiefer, desto

schwächer ist die erwärmende Kraft. Im Großen sehen wir dieses im Sommer und im Winter. Ohne die Eigenschaft der Wärmeentwicklung würde das Licht keinen Frühling, kein Leben auf der Erde hervorrufen. Denn wo es an Wärme fehlt, fällt Alles in todte Erstarrung. Ja ohne Wärme würde selbst die Luft zu einer festen Rinde zusammenschrumpfen. Licht und Wärme vereinigt sind die eigentlichen Factoren alles Lebens und aller Thätigkeit. Licht ohne Wärme — kalte Erstarrung, Wärme ohne Licht — dumpfe Schwüle. Im rechten Verhältniß verbunden erzeugen sie auf der Erde paradiesische Gegenden, und machen den Menschen, dem Kopf und Herzen nach, zu einem Ebenbilde des Schöpfers.

4. Geht der Lichtstrahl aus einem dünneren Körper oder Mittel in ein dichteres über, z. B. aus Luft in Wasser, aus Luft in Glas, und trifft er die Oberflächen derselben schief, so geht er nicht in der Richtung, die er hatte, fort, sondern er wird von seinem Wege abgelenkt oder, wie man zu sagen pflegt, gebrochen, und zwar nähert er sich dem Einfallsloth, d. h. der auf der Oberfläche des dichteren Mittels in dem Punkte, in welchem der Lichtstrahl eintritt, senkrecht errichteten geraden Linie.

abcd (Fig. 39.) sei ein Stück Glas, Se ein Lichtstrahl, der die Seite ab schief trifft. Alsdann geht er in dem Glase nicht in der Richtung Se, nach f weiter, sondern in einer der senkrechten Linie gh näher liegenden Richtung ek, welche jedoch mit geS in derselben Ebene liegt. Wäre nun ein Auge in k, so würde dasselbe den leuchtenden Punkt S in der Richtung kel sehen, d. h. an einer andern Stelle als da, wo er wirklich steht, und zwar höher.

Dasselbe findet nun auch bei den Himmelskörpern statt, deren Licht die Atmosphäre der Erde schief trifft. Denn die Luft ist dichter als der in dem Universum wahrscheinlich verbreitete Aether, wenigstens sind die der Erdoberfläche nächsten Luftschichten dichter als die entfernteren.

In Fig. 40. bezeichne E den Mittelpunkt der Erde, der ihm nächste Bogen einen Theil der Erdoberfläche, die beiden andern begränzen Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit, der obere die dünnere. Von einem Sterne S treffe ein Lichtstrahl in a ein, er nähert sich dem Einfallslothe Ea, geht in ab fort, trifft in

b eine dichtere Luftschicht, geht nach bc fort. Trifft er hier ein Auge, so sieht dasselbe den Stern S in der Richtung cb, in S', d. h. höher, als er steht. Wir sehen nämlich die Gegenstände in der Richtung, in welcher der von ihnen kommende Lichtstrahl in's Auge tritt. Die Brechung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre, welche nicht aus dem Zenith kommen, bewirkt eine scheinbare Erhöhung der leuchtenden Himmelskörper. Wir sehen sie höher, als sie stehen. Nur der senkrecht die Atmosphäre treffende Strahl geht ungebrochen durch. Darum sehen wir nur einen im Zenith stehenden Stern an seinem wahren Orte. Je schiefer der Lichtstrahl die Atmosphäre trifft, also je näher ein Stern am Horizonte steht, desto mehr wird der Lichtstrahl gebrochen, desto größer ist der Unterschied der scheinbaren und wirklichen Höhe. Je dichter die Luft ist, desto mehr bricht sie den Strahl. Am Horizont erscheint im Durchschnitt ein Stern um einen halben Grad oder 30 Minuten höher, als er steht. Da nun Sonne und Mond einen scheinbaren Durchmesser von etwa ½ Grad haben, so scheinen Sonne und Mond schon aufgegangen zu sein, wenn sie wirklich noch unter dem Horizonte stehen. Dadurch verlängert sich der Tag, was bekanntlich auch durch die Morgen- und Abenddämmerung bewirkt wird.

Bei der Strahlenbrechung (der Refraction) wirkt die Luft wie ein Linsenglas, bei der Dämmerung wie ein Spiegel.

5. Kehren wir zur Sonne zurück!

Das Licht der Sonne ist zu blendend, als daß wir mit unbewaffnetem Auge in sie hineinsehen könnten. Man bedient sich dazu der farbigen oder geschwärzten Gläser. In ihnen erscheint die Oberfläche der Sonne als ein flammendes Lichtmeer, in immerwährender Bewegung. In demselben gewahrt man häufig hellere und dunklere Stellen von verschiedener Ausdehnung, Sonnenfackeln und Sonnenflecke genannt. Sie entstehen, verändern sich, nehmen an Stärke und Schwäche und an Umfang zu und ab. Sie erscheinen am meisten zwischen dem Sonnenäquator und 30° Breite, nördlich und südlich, jenseits 40° nie. Die Flecke erscheinen tief schwarz, sind aber nicht tief schwarz, wie man durch Vergleichung wahrnimmt, wenn der Mercur durch die Sonnenscheibe rückt, welcher wirklich tief schwarz erscheint. Damit verglichen sind die Flecke tief braun zu nennen. Es

scheint, daß es Vertiefungen sind, in die Sonnenatmosphäre hinein. Wenn das Leuchten der Sonne wirklich durch Zusammenpressung der Gase entstehen sollte, so rühren die Flecke vielleicht von Luftverdünnungen her, die ein vermindertes Leuchten erzeugen.

Aber auch die andern Theile der Sonnenoberfläche erscheinen nicht in gleicher Weise, sondern mit Schuppen und Punkten besäet, die ihren Ort verändern. Die Oberfläche der Sonne sieht darum so aus, als wäre eine flockige Substanz in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöset. Wie unsre Erde von Luft umgeben ist, so scheint die Sonne eine Lichtatmosphäre zu haben, in welcher Substanzen, wie die Wolken in unsrer Luft, herumschwimmen. Ein wirkliches Feuermeer scheint sie nicht zu sein. Wir wissen es nicht, wissen nicht, wie die Lichtmassen sich entwickeln, wissen nicht, wodurch sie ersetzt werden, wissen nicht, ob die Sonnenmasse sich vermindert, wissen nicht einmal, ob die Sonnenstrahlen — Sonnenstrahlen sind, oder vielmehr Lichtwellen. Nur dieses wissen wir, daß das Sonnenlicht 300000mal stärker ist als das Licht des Vollmonds, 800 Millionen mal stärker als das Licht des Sirius. 300000 Vollmonde müßten zugleich am Himmel stehen, wenn es durch das Mondlicht auf der Erde so hell werden sollte, wie am Tage durch die Sonne. Da das Sonnenlicht den ganzen Raum des Sonnensystems erfüllt, so ist es eine kleinliche Vorstellung, daß es allein den Zweck habe, die kleinen Planeten zu erleuchten.

Die Beobachtung der Sonnenflecke hat unsre Kenntnisse von der Sonne vermehrt. Man sieht diejenigen, welche längere Zeit dauern, meist an dem linken oder östlichen Sonnenrande erscheinen und sich langsam gegen den westlichen Rand hin bewegen, wo sie gegen dreizehn Tage nach ihrer ersten Erscheinung zu verschwinden pflegen. Dann bleiben sie eben so lange unsichtbar und erscheinen wieder am östlichen Rande. An den Rändern erscheinen sie gewöhnlich in länglicher, schmaler Gestalt, in der Mitte breiter. Je näher dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe, desto breiter, je weiter davon ab, nach rechts und links, nach oben und unten, desto schmäler. Was folgt daraus, in Betreff der Natur der Sonnenflecke und für die Sonne selbst?

Da sie ungefähr 13 Tage sichtbar bleiben, sich in regelmäßiger Geschwindigkeit fortbewegen, so können es nicht Dinge sein,

wie die Wolken unsrer Erde. Da sie an den Rändern anders aussehen als in der Mitte, so sind es nicht Körper, welche die Sonne in ihrer Nähe umkreisen. Sie müssen der Oberfläche selbst angehören, und diese Oberfläche muß sich bewegen, eine Bewegung, die auf der uns zugewandten Seite von Ost gegen West, auf der uns abgewandten von West gegen Ost vor sich geht. Die Sonne selbst dreht sich in 25 Tagen 12 Stunden um ihre Achse von Westen gegen Osten, in derselben Richtung, in welcher sich die Erde um die Sonne dreht.

Ob die Sonnenflecke Einfluß auf die Witterung der Erde haben, wissen wir nicht, obgleich wir wissen, daß ihr Durchmesser oft den Durchmesser der Erde viele Male an Länge übertrifft.

6. Daß die Sonne sich um ihre Achse dreht, die auf der Ebene der Ekliptik nicht senkrecht steht, so daß Sonnenäquator und Ekliptik nicht zusammenfallen, ist gewiß. Ihr Aequator ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}^0$ geneigt. Sie ist von einem matten, linsenförmig gestalteten Licht, dem Zodiacallicht, begleitet, das in den Monaten März, April und Mai kurz nach Sonnenuntergang am westlichen, 6 Monate später vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel gesehen wird und sich bis über den Mercur hinaus erstreckt. Es liegt in der Ebene des Sonnenäquators. — Ob die Sonne nun mit der Erde auch die Eigenschaft gemein hat, daß sie sich in dem Weltraume fortbewegt, also nicht still steht? —

Nirgends in der Welt giebt es absoluten Stillstand und Ruhe; Alles ist in Bewegung. Denn überall wirken lebendige Kräfte. Folglich wird auch die Sonne nur scheinbar ruhen, aber in wirklicher Bewegung begriffen sein — mit allen zu ihr gehörigen Körpern. Wie die Hauptplaneten ihre Trabanten mit um die Sonne führen, so wird die Sonne sich mit allen Haupt- und Nebenplaneten sammt Kometen wahrscheinlich um einen höheren Mittelpunkt, Centralkörper, bewegen und ein dienendes Glied eines größeren Systems sein. Woran würden wir die Bewegung der Sonne in dem unermeßlichen Raume merken können? Daran, woran man z. B. merkt, ob man sich einem entfernten Walde nähert oder von ihm entfernt. In jenem Falle treten die Bäume des Waldes weiter und weiter aus einander, in diesem scheinen sie sich zu nähern. Was diese Bäume für den Wanderer oder

Schiffer auf Erden sind, sind für die Sonne die Fixsterne des Himmels. Diejenigen Fixsterne, welchen sie sich nähert, werden aus einander, und diejenigen, von welchen sie sich entfernt, werden zusammen zu rücken scheinen. Bestimmte, allmählig immer deutlicher hervortretende Beobachtungen lehren, wie die Astronomen versichern, daß die Sterne, welche zu dem großen Sternbild Herkules gehören, aus einander rücken. Nach dieser Richtung hin geht also wahrscheinlich der Lauf unsrer Sonne, unsres Systems. Jahrhunderte mögen vergehen, ehe man dessen ganz gewiß wird, Jahrtausende, ehe man Genaueres: Ort des Centralkörpers, Umlaufszeit u. s. w., zu bestimmen im Stande ist, aber an der Bewegung selbst ist kaum noch zu zweifeln, nachdem die Resultate der Rechnungen dreier der ausgezeichnetsten Astronomen (Herschel, Gauß und Argelander) mit einander übereinstimmen. Sie konnte auch schon aus dem Umstande, daß die Sonne rotirt, erschlossen werden. Rotirende und fortschreitende Bewegung sind, so viel wir wissen, immer beisammen. Auch gewinnt die Sache dadurch an Gewißheit, daß sich die eigene Bewegung der Fixsterne größtentheils aus der Annahme der Bewegung unsrer Sonne erklären läßt. So tritt die Sonne also zum Rang eines Planeten oder Trabanten herab: Monde um Erden, Erden um Sonnen — Sonnen um andre Sonnen! Ueberall stößt unser Wissen auf Fragen, die wir nicht beantworten können. Aber sicher übertrifft die Wirklichkeit die kühnsten Gedanken des Menschen.

2. Von dem Mercur ☿.

Der Mercur ist von den Planeten der Sonne am nächsten, im Mittel 8 Millionen Meilen weit von ihr entfernt; seine siderische Umlaufszeit 88 Tage, seine synodische (d. h. bis zur Rückkehr der oberen Conjunction mit der Sonne) 116 Tage, sein Halbmesser 300 Meilen, also etwa $\frac{1}{3}$ des Erdhalbmessers, sein Kubikinhalt $\frac{1}{25}$ des Rauminhaltes der Erde. 25 Mercurkugeln = einer Erdkugel. Nach Verhältniß seiner Größe ist seine Anziehungskraft groß, seine Masse folglich dicht, 4mal (nach Hansen 3mal) so dicht als die der Erde. Da nun die Dichtigkeit der Erdmasse etwa 5mal so groß ist als die des Wassers, so ist die des Mercur 20mal so groß als die des Wassers, d. h. etwa die des Gol-

des oder Platins. Seine Bahngeschwindigkeit ist unter den Planeten, da er die stärkste Anziehungskraft erfährt, die größte, fast 7 Meilen in der Secunde.

Seine Bahn ist schon bedeutend länglich, indem sich die größte Entfernung von der Sonne zur kleinsten fast wie 10 : 7 verhält. Natürlich hat er sehr verschiedene Entfernungen von der Erde; steht er zwischen Sonne und Erde, etwa 10, auf der entgegengesetzten Seite 30 Millionen Meilen.

Aus zwei Gründen kann er von der Erde aus nur schwer beobachtet werden, wegen seiner Kleinheit und weil er sich nie weit von der Sonne entfernt (höchstens 29°, nach Hansen 27° 42′). Er erscheint als ein Stern vierter Größe, entweder Morgens vor Sonnenaufgang am östlichen, oder Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel. Er hat ein hellweißes Licht.

Durch Fernröhre gesehen bemerkt man Lichtphasen an ihm, wie an dem Monde: ganze Erleuchtung, halbe, Viertel- u. s. w. Denn er kehrt der Erde bald die erleuchtete, bald die dunkle Seite zu. In letzterm Falle geht er zuweilen vor der Sonne vorbei, scheinbar durch die Sonnenscheibe als schwarzer Punkt, Erscheinungen, die man zu Längenbestimmungen benutzt. Die nächsten Durchgänge finden den 8. Mai 1845 und 9. November 1848 statt. Die genauesten Beobachtungen weisen das Dasein der Wolken und folglich einer Atmosphäre auf ihm nach; auch Höhen und Tiefen. In etwa 24 Stunden dreht er sich um seine Achse. Ein Mercurtag hat also etwa die Länge eines Tages der Erde. Die Jahreszeiten sind dagegen auf Mercur und Erde sehr verschieden. Diese hängen bekanntlich von dem Winkel, welchen die Bahn mit dem Aequator macht, und von der Umlaufszeit des Planeten um die Sonne ab. Jener ist am Mercur 20°, also fast so groß als die Schiefe der Ekliptik; aber eine seiner 4 Jahreszeiten dauert nur $\frac{88}{4} = 22$ Tage, d. h. etwa 3 Wochen. Das Sonnenlicht wirkt wahrscheinlich mit größerer Energie auf ihn ein als auf die Erde, wenn nicht etwa die große Dichtigkeit ihn dagegen schützt. Sicher aber sind die physischen Beschaffenheiten auf seiner Oberfläche von den unsrigen sehr verschieden. Die Helligkeit auf ihm ist 7mal so groß als die der Erde. Unsre Augen würden dort geblendet werden; die Sonnenscheibe würde

auf dem Mercur einem Menschenauge 7mal so groß erscheinen, als sie uns erscheint. Ohne Zweifel ist dort Alles anders als bei uns. Die Natur liebt die Einförmigkeit nicht.

3. Von der Venus ♀.

Sie ist auch unter dem Namen Morgen- und Abendstern, Lucifer und Hesperus, bekannt. Der Mercur hat auch Ansprüche auf dieselben Namen. Als unterer Planet entfernt sie sich nicht sehr weit von der Sonne (47 bis 48°), sie wird daher nur am Morgen- und Abendhimmel gesehen. Sie ist der größte und hellste Stern, ist mit bloßem Auge zuweilen selbst am Tage sichtbar, und ein dunkler Körper wirft, von ihr beschienen, einen Schatten.

Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 15 Millionen geographische Meilen (deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen), in welcher sie in einer fast kreisrunden Bahn in 224 Tagen um die Sonne läuft. Ihre kleinste Entfernung von der Erde beträgt $20-15=5$, ihre größte $20+15=35$ Millionen Meilen. Darum ist ihre scheinbare Größe so sehr verschieden. Ihr Durchmesser beträgt 1680 (nach Hansen 1694) Meilen, also beinahe so viel, als der der Erde. Sie nimmt mehr als $\frac{4}{5}$ des körperlichen Raumes der Erde ein. Ihre Dichtigkeit ist der der Erde fast gleich. Ein Körper, welcher auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf der Venus $\frac{91}{100}$ Pfund. Ueberhaupt ist sie ein der Erde sehr ähnlicher Körper.

Begreiflicher Weise erscheint sie in Phasen oder Lichtabwechselungen, wie Mercur und Mond, bald sichelförmig, bald halb erleuchtet, bald mehr erleuchtet, nie in voller, runder Scheibe; doch kann jenes wegen ihres starken Glanzes mit bloßen Augen nicht gesehen werden. Den stärksten Glanz hat sie, wenn 2 gerade Linien, von Sonne und Erde nach ihr gezogen, einen stumpfen Winkel bilden. Im Allgemeinen hängt der Glanz eines Planeten ab von der Größe seiner Erscheinung und von der Größe des beleuchteten, der Erde zugekehrten Theils der Scheibe. Jene ist bei der Venus in ihrer unteren Conjunction, diese in der oberen ein Maximum. Beide Umstände vereinigen sich folglich bei ihr nicht mit einander.

Zwei obere oder untere Conjunctionen folgen nicht in 224 Ta-

gen auf einander, sondern in längeren Zwischenräumen, weil die Erde nicht still steht, erst in 563 Tagen (synodische Umlaufszeit).

Sie ist mit einer Atmosphäre umgeben. Man schließt dieses mit Sicherheit aus zwei Umständen: 1) die Gränze des Lichts und Schattens ist nicht scharf, sondern verschwimmend, folglich ist Dämmerung auf ihr, folglich auch eine Atmosphäre; 2) Fixsterne verschwinden nicht plötzlich hinter ihr, sondern allmählig. Wolken scheint die Venus nicht zu haben; also hat sie wahrscheinlich auch kein Wasser, keine Meere und Flüsse.

Durch gute Fernröhre entdeckt man in den dunklen, nicht erleuchteten Theilen, nach Verhältniß oft weit von der Lichtgränze, helle Stellen oder Punkte. Diese können nicht wohl etwas Anderes sein als Spitzen hoher Berge, deren Gipfel von der untergehenden Sonne noch beschienen wird, nachdem ihr Fuß bereits längst in Dunkelheit begraben liegt. Die Entfernung dieser Lichtpunkte von der Lichtgränze giebt das Mittel an die Hand, ihre Höhe zu erschließen. Die Venus hat Berge, die 6mal so hoch sind als die höchsten Berge der Erde, z. B. der Chimborasso, der Dhawalagiri.

Sie dreht sich in ungefähr 24 Stunden um die Achse. Ihre Tageszeiten sind also denen der Erde fast gleich. Nicht so die Jahreszeiten. Ihr Aequator soll mit ihrer Bahn einen Winkel von 72° machen. Dadurch muß eine viel größere Ungleichheit des Sommers und Winters entstehen, als auf der Erde. Jede Jahreszeit dauert $\frac{224}{4} = 56$ Tage. Ein Menschenauge würde auf der Venus die Erde in der größten Nähe 9mal so groß sehen, als wir die Venus sehen, und in vollem Licht (Vollerde) in 9mal so starkem Lichte.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe sind für die Astronomie sehr wichtige Erscheinungen. Denn sie dienen nicht bloß zu genauen geographischen Orts- (Längen-) Bestimmungen, sondern auch dazu, die Entfernung der Erde von der Sonne mit Genauigkeit zu bestimmen. Davon hängt dann wieder die Bestimmung der Entfernung der übrigen Planeten und vieles Andere ab. Wie diese Rechnungen angestellt werden, kann hier nicht angegeben werden; es setzt zu viele Vorkenntnisse voraus. (Siehe

hinten!) Wir müssen uns hier damit begnügen, zu wissen, daß die Astronomen die Entfernungen zu bestimmen im Stande sind, und daß die Venus ihnen dazu als Mittel dient. An dem Himmel ist Manches leichter zu entdecken als auf der Erde selbst, und was dem, der von nichts weiß, unglaublich, unmöglich vorkommt, ist dennoch — wahr. Der nur 5 Fuß hohe Mensch bestimmt die Entfernungen und Größen der Himmelskörper mit Sicherheit. Gott hat dem Menschen sein Ebenbild anerschaffen. Nicht nur in Betreff des Willens, sondern auch in Betreff der Erkenntniß kann der Mensch Gott ähnlich werden. Der menschliche Geist triumphirt über Raum und Zeit, mehr am Himmel als auf der Erde.

4. Vom Mars ♂.

Der Mars erscheint nie in Sichelgestalt wie Mercur und Venus, tritt nie zwischen Sonne und Erde, wohl aber in Opposition mit der Sonne, muß also weiter von der Sonne entfernt sein, als die Erde. Er ist der erste der oberen Planeten. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 32 Millionen Meilen. Die Excentricität seiner Bahn ist sehr groß. Daher kann es kommen, daß seine kleinste Entfernung von der Erde nur 7, seine größte dagegen 54 Millionen Meilen beträgt. Sein Durchmesser ist 1000 (nach Hansen nur 892) geogr. Meilen, $\frac{3}{5}$ des Erddurchmessers, sein Volum $\frac{1}{5}$ des Volums der Erde.

Seinen Umlauf um die Sonne vollendet er in 686 Tagen, also mit einer Bogengeschwindigkeit von $3\frac{2}{3}$ Meilen in der Secunde. Seine Masse und Dichtigkeit sind schwer zu bestimmen. Denn da er keinen Trabanten hat, aus dessen Anziehung man auf seine Masse und Dichtigkeit schließen könnte, so bleibt nichts übrig, als seinen schwachen Einfluß auf die Erde zu berücksichtigen, der in kleinen Störungen ihres Laufes besteht. Danach scheint seine Masse $\frac{1}{10}$ der Erdmasse, seine Dichtigkeit $\frac{7}{10}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde zu betragen. Wenn dieses so ist, so fällt ein Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde nur 6 Fuß.

Der Mars ist kenntlich an der röthlichen Farbe, in der er strahlt. Mit guten Fernröhren bemerkt man Flecke auf oder über seiner Oberfläche, durch deren Bewegung man auf eine Achsen-

drehung in etwas mehr als 24 Stunden geschlossen hat. Die 4 der Sonne nächsten Planeten bewegen sich demnach fast in gleicher Zeit um ihre Achsen, während die entfernteren sich viel schneller umdrehen, dagegen aber langsamer auf ihren Bahnen sind.

Mit Sicherheit kennt man seine Atmosphäre nicht. Dagegen schließt man auf große Eismassen an den Polen seiner Achse. Denn man bemerkt an dem Ende derselben, welches der Sonne längere Zeit abgewandt gewesen ist, d. h. an dem Ende der Polarnacht, einen runden, blendend weißen Fleck, der allmählig wieder verschwindet. Dieses wird Eis sein. — Die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn beträgt 28°. Von der Sonne wird er nur halb so stark beleuchtet als die Erde, und sein Licht trifft die Erde so, daß erst 9000 Millionen Marskugeln ein Licht auf der Erde hervorbringen würden, das dem Lichte des hellen Mittags gleich kommt.

5. Von Ceres ⚳, Pallas ⚴, Juno ⚵, Vesta ⚶.

Theilt man die Entfernung des Saturn von der Sonne in 100 gleiche Theile, so ist die Entfernung der Planeten von der Sonne, in diesen Theilen ausgedrückt, folgende:

Mercur 4
Venus 4 + 1 · 3
Erde 4 + 2 · 3
Mars 4 + 4 · 3

Jupiter 4 + 16 · 3
Saturn 4 + 32 · 3
Uranus 4 + 64 · 3

Betrachtet man diese Zahlen, so entdeckt man ein fortschreitendes Gesetz. Der Factor, mit welchem 3 multiplicirt wird, ist bei dem folgenden Planeten doppelt so groß, als bei dem vorhergehenden; nur von Mars auf Jupiter ist er das Vierfache. Stände noch ein Planet zwischen Mars und Jupiter, so wäre die Reihe vollständig.

Daher soll schon Kepler vermuthet haben, daß in dem Raume zwischen Mars und Jupiter noch ein Planet entdeckt werden würde.

Diese prophetische Vermuthung wurde im Anfange des jetzi-

gen Jahrhunderts bestätigt, indem man zwischen Mars und Jupiter nicht einen, sondern vier kleine Planeten entdeckte. Der deutsche Astronom Olbers fand mit Fernröhren die Pallas und Vesta (28. März 1802 und 29. Mai 1807), der Deutsche Harding die Juno (1. September 1804), der Italiener Piazzi (und zwar zuerst am ersten Tage des neuen Jahrhunderts, 1. Januar 1801) die Ceres. Von ihnen ist die mittlere Entfernung der Vesta von der Sonne am kleinsten: 49 Millionen Meilen, der Juno 55, der Ceres und Pallas 57. Ihre Bahnen sind sehr excentrisch. Die mittlere Entfernung beträgt in obigen Zahlen 4+8·3. Zugleich sind sie sehr klein. Sie heißen daher auch Asteroiden, auch telescopische Planeten, weil sie mit bloßen Augen nicht gesehen werden können. Die Vesta scheint einen Durchmesser von 60, die Pallas von 450 Meilen zu haben. Mit bloßen Augen sind nur zuweilen Ceres und Vesta von geübten Augen als Sterne sechster Größe zu schauen, und zwar wegen ihres besonderen Lichtes, namentlich der Vesta, das dem der Fixsterne gleicht, als strahle das Sonnenlicht von ihrer Oberfläche wie von Diamantflächen zurück.

Auf ihren Bahnen, die sie im Durchschnitt in 4 Jahren zurücklegen, können sie einander sehr nahe kommen, z. B. Ceres und Pallas. Einige haben schließen wollen, daß sie Theile eines einzigen, durch innere Kräfte zersprengten Planeten seien (?), und daß vielleicht, außer den 4, noch andre Reste dazu gehörten, die nur wegen ihrer Kleinheit nicht gesehen werden können.

Juno und Pallas entfernen sich am weitesten von der Ekliptik, Pallas sogar beinahe 35°. Dadurch hat der alte Thierkreis, 20° breit, als eines Gürtels, innerhalb welches sich die Planeten im Allgemeinen halten, seine Bedeutung verloren. Sie gleichen dadurch, so wie wegen ihrer länglichen Bahnen, den Kometen. Nicht minder dadurch, daß sie zuweilen in Nebel eingehüllt erscheinen, der ihren Kern unsichtbar macht. Man schließt daraus auf gewaltige Veränderungen in ihren Atmosphären.

6. Vom Jupiter 4.

Ein schöner Stern. Er glänzt in hellgelbem Licht. Mit bloßem Auge sieht man seine Scheibe. Zu Zeiten übertrifft er die Venus an Glanz. Seine mittlere Entfernung von der Sonne

beträgt 108 Millionen Meilen. Er bewegt sich in einer fast runden Bahn. Sein Durchmesser ist 11, seine Oberfläche 121, sein Volum 1330mal so groß als das der Erde. Er ist der größte aller Planeten. Die Dichtigkeit seiner Masse ist $\frac{1}{4}$ der Erddichtigkeit. Ein Körper, welcher auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf dem Jupiter $2\frac{1}{2}$ Pfund. Dennoch hat er 3mal so viel Masse als alle anderen Planeten zusammen.

Jupiter dreht sich in 10 Stunden um seine Achse, folglich verhältnißmäßig und ungeachtet seiner Größe sehr schnell. Dadurch entsteht eine starke Abplattung an den Polen ($\frac{1}{14}$). Auf seiner Oberfläche bemerkt man durch Fernröhre bedeutende Streifen, seinem Aequator parallel, deren Natur sehr veränderlich zu sein scheint. Ihre Bewegung geschieht von West nach Ost, nicht übereinstimmend mit der Geschwindigkeit seiner Achsendrehung. Sie gehören also wohl seiner Atmosphäre an, in der sich ungeheure Bewegungen, von denen auf der Erde sehr verschieden, zuzutragen scheinen.

Die Neigung seines Aequators gegen die Bahn oder Schiefe seiner Ekliptik beträgt nur 3 Grad. Der Unterschied der Tages- und Jahreszeiten ist dort also unbedeutend. Dagegen muß der Unterschied der physikalischen Klimate sehr groß sein. Den Polbewohnern erhebt sich die Sonne während ihres Sommers nur 3 Grad über den Horizont. Dort wird also wahrscheinlich ewiges Eis zu finden sein, während in den Aequatorgegenden immer Frühling oder Sommer herrscht. Ein Menschenauge würde auf dem Jupiter die Sonne 27mal so klein sehen als auf der Erde. Da er sich in beinahe 12 Jahren um die Sonne dreht, so dauert jede Jahreszeit daselbst 3 unsrer Jahre, die Nacht an den Polen also 6 unsrer Jahre. Dagegen dauert an den Orten, welchen die Sonne täglich auf- und untergeht, der Tag nur 5 unsrer Stunden.

Er ist von 4 Trabanten umgeben, die sich mit ihm um die Sonne bewegen und fast täglich Finsternisse hervorbringen. Denn sie bewegen sich alle sehr nahe in der Ebene des Aequators des Jupiter und sehr rasch herum. Der erste in $1\frac{3}{4}$, der zweite in $3\frac{1}{2}$, der dritte in $7\frac{1}{8}$, der vierte in $16\frac{2}{3}$ Tagen. Die drei ersten werden bei jedem Umlaufe vom Jupiter verfinstert, der vierte geht zuweilen über oder unter dem Schatten her. Sie verursachen

eben so häufig Sonnenfinsternisse. Man sieht dann die Schatten der Trabanten in Gestalt von runden, schwarzen Scheibchen auf dem Jupiter hinziehen. Zu Längenbestimmungen auf der Erde, besonders auf dem Meere, ist das Jupitersystem vorzüglich wichtig geworden. Der nächste von den Trabanten ist nicht ganz 6 Jupiterhalbmesser von seinem Mittelpunkte entfernt, während unser Mond 60 Erdhalbmesser von uns entfernt ist. Sie sind sämmtlich größer als unser Mond, würden aber wegen ihrer Entfernung (58, 93, 148 und 260 Tausend Meilen) außer dem ersten einem Menschenauge auf dem Jupiter kleiner erscheinen, als uns der Mond. Wahrscheinlich drehen sie ihrem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zu. — Alle Verhältnisse müssen daher dort von den unsrigen sehr abweichen. Die Erscheinungen der 4 Trabanten gewähren ohne Zweifel den Jupiterbewohnern das reizendste Schauspiel.

Die Bewohner des nächsten Trabanten sehen den Jupiter ungefähr 1400mal so groß als wir die Sonne.

7. Vom Saturn ♄.

Er erscheint in mattem, weißem Lichte. Dann ist er daran leicht kenntlich, daß er in demselben Sternbilde $2\frac{1}{2}$ Jahr verweilt, folglich sehr langsam fortschreitet. Seine Umlaufszeit um die Sonne in einer Entfernung von nahe 200 (197) Millionen geographischen Meilen ist bekanntlich 29 Jahre. Die Oberfläche der Sonne erscheint ihm 90mal so klein als der Erde, weshalb die Beleuchtung auf ihm wahrscheinlich schwach ist. Seine Entfernung von der Erde ist begreiflicher Weise höchst ungleich.

Nach Jupiter ist er der größte Planet; er hat im Durchmesser 17000 Meilen, übertrifft also darin die Erde um das 10fache, in der Oberfläche um das 95fache, in dem Cubikinhalt um das 928fache. Seine Masse ist 95mal die Erdmasse; folglich ist seine Dichtigkeit gering, nur $\frac{1}{10}$ (nach Hansen $\frac{1}{8}$) der Dichtigkeit der Erde, ungefähr die doppelte des Korkholzes. Kein andrer Planet hat eine so lockere Masse. Dennoch wiegt wegen der Größe des Saturn ein Pfund auf der Erde dort $1\frac{9}{100}$ Pfund.

Auf seiner Oberfläche bemerkt man mit den besten Fernröhren Streifen, parallel mit dem Aequator, wie auf dem Jupiter. Auch scheint er eine Atmosphäre zu haben, in der sich große Revolutionen

tionen zutragen. Er dreht sich in $10\frac{1}{2}$ Stunden um die Achse, hat daher wahrscheinlich eine bedeutende Abplattung an den Polen, die in dem Winter, der $14\frac{1}{2}$ Erdjahre dauert, und da sein Aequator unter einem Winkel von 30° gegen seine Bahn geneigt ist, von Eismassen bedeckt zu sein scheinen.

Das Merkwürdigste an dem Saturn sind die beiden (nach Andern drei?) Ringe, die ihn umgeben. Fig. 41.

Der äußere Halbmesser des äußeren Ringes beträgt in runden Zahlen 19000 Meilen.

Der innere desgl. desgl.	16800	—
Der äußere Halbmesser des innern	16400	—
Der innere desgl. desgl.	12700	—
Der Halbmesser Saturns	8500	—
Breite des äußeren Ringes	2300	—
Breite des inneren Ringes	3800	—
Breite des Zwischenraums	400	—
Entfernung des inneren Ringes von der Oberfläche des Saturn	5000	—

Die Dicke der Ringe scheint 20 geographische Meilen nicht zu übersteigen.

Sie sind dunkel, wie Saturn selbst, und erhalten ihr Licht von der Sonne. Man bemerkt den Schatten des Saturn auf den Ringen, des Doppelringes auf Saturn. Durch den Zwischenraum zwischen Saturn und dem Ringe bemerkt man den Himmel, nämlich Fixsterne.

Der Ring hat gegen die Bahn des Saturn eine Neigung von 28°. Deswegen erscheint derselbe, von der Erde aus gesehen, in der Regel als eine Ellipse, und zwar eine veränderliche. Hält man eine kleine Kugel in einen Ring, und dessen Fläche so, daß eine gerade Linie von dem Auge auf die Ebene des Ringes schief auffällt, und beleuchtet beide durch ein Licht, so erhält man eine Anschauung von der Erscheinung. Zu beiden Seiten des Saturn ragen die Theile der Ringe wie Henkel hervor. Natürlich hängt die Erscheinung von der relativen Stellung des Saturn, der Sonne und der Erde ab. Der Ring kann auch als gerade Linie erscheinen und thut es. Man sieht dann nur einen zarten Lichtstreifen, jedoch nur in den stärksten Fernröhren, in der Verlängerung der Aequatorebene des Planeten.

Der Ring scheint bedeutende Erhöhungen zu haben, vielleicht von einer Höhe von 200 Meilen. Weil derselbe sich nicht auf den Saturn stürzt, so muß man annehmen, daß er sich um eine Achse drehe. Die Zeit dieser Achsendrehung scheint mit der Zeit der Achsendrehung des Saturn zusammenzufallen. Durch diese Achsendrehung d. h. die dadurch entstehende Centrifugalkraft kann Gleichgewicht entstehen mit der Centripetalkraft. Die Ebene des Ringes fällt mit der Aequatorebene des Saturn zusammen. Man kann sich den Ring als eine zusammenhangende Reihe von Planeten denken, die um den Hauptplaneten herumkreisen. In der mittleren Entfernung der Ringe würde sich ein Nebenplanet nach den Gesetzen der Anziehungs- und Centrifugalkraft um den Hauptplaneten herumschwingen. — Die Erscheinungen desselben sind für die Saturnbewohner höchst verschieden. Es kommt dabei darauf an, wo sie wohnen, ob auf dem Aequator, auf den Polen oder in mittleren Breiten. Einem Theile derselben (ihr Dasein vorausgesetzt) gewähren die Ringe das Schauspiel eines oder zweier großen, am Himmel ausgespannten, fast immer in gleicher Stellung verharrenden und von einer Gegend des Horizontes zur andern reichenden, erleuchteten Bogen. Einem andern Theile der Bewohner verursachen dagegen die Ringe eine Sonnenfinsterniß, deren Dauer 15 unsrer Jahre beträgt.

Jenseits des Ringes umkreisen noch 7 Trabanten den Saturn. Ob diese alle ihn verfinstern und er sie, wissen wir nicht genau. Sie drehen sich in der Zeit von 1 bis 79 Tagen um ihn herum und wahrscheinlich in derselben Zeit um ihre Achsen.

8. Vom Uranus ♅.

In einer Entfernung von 400 (396) Millionen Meilen steht er an der Gränze unsres Sonnensystems; wenigstens kennen wir keinen, etwa noch jenseits desselben stehenden Planeten. Wegen seiner großen Entfernung von der Erde erscheint er als ein Stern der sechsten Größe. Sein Durchmesser beträgt 7500 Meilen, seine Umlaufszeit 84 Jahre. Er wurde am 13. März 1781 von Herschel dem Aelteren als ein Planet erkannt. Sein Durchmesser ist $4\frac{3}{10}$, seine Oberfläche 18, sein Körperinhalt 76, seine Masse 17, seine Dichtigkeit $\frac{1}{5}$mal so groß als die ähnlichen Größen der Erde. Seine Dichtigkeit ist also ungefähr die des Wassers, und ein

Pfund auf der Erde wiegt dort $1\frac{5}{100}$ Pfund. Seine Bahngeschwindigkeit, 1 Meile in der Secunde, ist $\frac{1}{4}$ der Geschwindigkeit der Erde. Die Sonne wird auf ihm so gesehen, wie wir die Venus sehen, in der Oberfläche 360mal so klein als auf der Erde. Folglich wird die Beleuchtung auf ihm etwa so sein, wie die der Erde in einer sternhellen Nacht (?). Ob er eine Achsendrehung hat, wissen wir nicht mit Bestimmtheit. Herschel hat mit dem besten aller Fernröhre Abplattung wahrgenommen, auch 6 Trabanten um ihn herum gesehen. Die Existenz von vieren steht jedoch noch nicht fest. Vielleicht steht sein Aequator senkrecht auf seiner Bahn. Dieses würde zur Folge haben, daß an den Polen der Uranusoberfläche eine 42 Jahre lange Nacht mit einem eben so langen Tag abwechselte, daß die Jahreszeiten die größtmögliche Verschiedenheit hätten, und daß es in dieser Beziehung einerlei wäre, wo man wohnt.

Ob die Trabanten ihn verfinstern, wissen wir nicht; sie sind selbst für unsre besten Fernröhre zu weit entfernt. Kein Planet verfinstert einen andern Planeten, bis zur Entfernung des nächsten reicht der Kernschatten keines; aber als Regel kann man annehmen, daß jeder seine Monde verfinstert, und daß diese, wie alle die Planeten, welche für ihn untere sind, ihm Sonnenbedeckungen verursachen. Eigenthümlich ist bei den Uranustrabanten der Umstand, daß ihre Bahnen fast senkrecht auf der Ekliptik stehen (79°), während alle übrigen Satelliten, so wie die Planetenbahnen selbst, nicht stark gegen die Ekliptik geneigt sind, und daß sie (jene) sich von Osten nach Westen bewegen, während die übrigen Trabanten sich mit ihren Hauptkörpern von Westen nach Osten drehen. —

Bei den drei Planeten Jupiter, Saturn und Uranus kann man von Systemen reden: Jupitersystem u. s. w. Denn zu ihnen gehört eine Anzahl von Körpern. Diese Systeme bilden Glieder eines höheren Systems, des Sonnensystems, das wahrscheinlich ein Glied ist eines noch höheren Systems.

Man veranschaulicht dieses, indem man das Sonnensystem mit den untergeordneten Systemen zeichnet, dasselbe wieder als ein Glied eines noch höheren Systems darstellt u. s. w. So erhält man eine Leiter für die Phantasie von den untersten Gliedern, den Monden, bis zu den höheren: Planeten, Sonnen u. s. w.

So ordnen wir die lebendigen Wesen der Erde, von den Mollusken bis zum Menschen, welcher auf der einen Seite einen Schluß, auf der andern einen Anfang machen mag für eine höhere Reihe vernünftiger Wesen.

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen"

in der höchsten Mannigfaltigkeit ihrer Naturbestimmtheit. Wir erkennen dieses schon aus der Verschiedenheit der Planeten unter einander und der Monde zu ihnen. Kein Planet ist die Copie eines andern, kein Mond ein verkleinerter Abdruck des Hauptkörpers, und sicherlich hat jeder noch andre Zwecke als den, demselben zu leuchten. Wer vermißt sich, den Zweck der Welt, des Einzelnen und des Ganzen bestimmen zu wollen?

9. Vom Monde ☾.

Seine größte Entfernung von der Erde ist 55000, seine kleinste 48000, seine mittlere 51000 Meilen in runden Zahlen.

Diese mittlere Entfernung würde von einem Schnellwagen, der täglich 25 Meilen macht, in 5 Jahren 215 Tagen, von einem frischen Winde, der in 1 Secunde 15 Fuß zurücklegt, in 2 Jahren 214 Tagen 10 Stunden 40 Minuten, von einem Dampfwagen, der in jeder Stunde 8 Meilen zurücklegt, in 265 Tagen 15 Stunden, von dem Schall, der in 1 Secunde durch 1040' geht, in 13 Tagen 14 Stunden 55 Minuten 23 Secunden, endlich von dem Lichte, das in 8 Minuten 21 Millionen Meilen zurücklegt, in $1\frac{29}{175}$ Secunden durchschritten werden.

Versetzen wir uns in den Mond, um die Haupterscheinungen, die sich in ihm darstellen, zu verstehen.

Auf ihm wechselt, wie wir schon wissen, ein $14\frac{3}{4}$tägiger Tag mit einer eben so langen Nacht. Denken wir uns, daß wir gerade Neumond haben, also der Mond zwischen Sonne und Erde steht, so sehen die Mondbewohner die Erde der Sonne gegenüber und die ihnen zugekehrte Seite der Erde ganz beleuchtet. Sie haben Vollerde. Umgekehrt haben sie Neuerde, wenn wir Vollmond haben, und erstes Viertel der Erde, wenn wir letztes Viertel des Mondes haben. Dieses wird durch eine Zeichnung, ähnlich der Fig. 27., unmittelbar deutlich. Die Erde erscheint den

Mondbewohnern in Lichtphasen, wie den Erdbewohnern der Mond. Außer diesen Lichtphasen werden sie die Meere als dunklere, die Erdtheile als hellere Stellen erkennen, die Gebirge, Ebenen, Inseln werden in verschiedenen Farben erscheinen. Zugleich werden sie, da die Erde sich in 24 Stunden um die Achse dreht, das schöne Schauspiel der verhältnißmäßig sehr schnellen Erscheinung aller Theile der Erdoberfläche haben. Ja sie haben Amerika viel früher gekannt als die Europäer. Wenn sie Augen wie wir haben und Fernröhre, so können sie nicht nur unsre Gebirge und Flüsse, sondern auch unsre größten Städte sehen, wenn sie auch nicht wissen sollten, daß es Städte sind.

Der Aequator des Mondes ist gegen seine Bahn unter einem Winkel von $6\frac{1}{2}$ (oder etwas mehr, nämlich von $5^0\ 8'\ 47'' + 1^0\ 28'\ 25''$, also von ungefähr 7^0) Graden, und gegen die Erdbahn nur $1\frac{1}{2}$ Grad geneigt. Die Sonne entfernt sich daher nur wenig vom Aequator, sie erscheint demselben Orte das ganze Jahr durch fast in derselben Höhe, die Jahreszeiten müssen sehr wenig verschieden sein. Die Aequatorbewohner werden immer Sommer, die Polbewohner stets Winter haben. Die den Polen naheliegenden Gegenden werden die Sonne immer nur wenig über oder unter dem Horizont sehen. Da die Zeit der Drehung des Mondes um die Erde mit der Zeit der Wiederkehr derselben Lichtphase übereinstimmt, so stimmt die Länge seines Tages mit der Länge seines Jahres überein; denn jenes ist sein Jahr, dieses sein Tag. In $29\frac{1}{2}$ Tagen sehen die Mondbewohner die Sonne und die Sterne nur einmal auf- und untergehen. Auch ihnen gehen sie im Osten auf, im Westen unter, nur bewegen sie sich sehr langsam. Die Erde macht davon eine Ausnahme. Sie wird nur von der der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche gesehen; wie wir die andre Hälfte nicht sehen, so sehen die Bewohner derselben auch die Erde nie. Die Erde geht also keinem der Mondbewohner auf, keinem unter. Denen sie aufgegangen ist, bleibt sie aufgegangen. Und zwar sehen die Bewohner eines Ortes die Erde immer an derselben Stelle über dem Horizonte. Die, welche gerade in der Mitte der uns zugekehrten Scheibe wohnen, sehen die Erde immer in ihrem Scheitel; die am Rande dieser Scheibe wohnen, sehen sie immer im Horizonte, und die zwischen diesem Rande und der Mitte wohnen, sehen die Erde in gleicher Höhe

über dem Horizonte, um so höher, je näher sie der Mitte jener Scheibe wohnen. Alles dieses gilt nur, so lange es, wie hier, auf strengste Genauigkeit nicht ankommt. Die Erde erscheint ihnen als Vollerde 13mal so groß als uns der Mond als Vollmond. Das Erdlicht wird ihnen in ihrer $14\frac{3}{4}$ Tage langen Nacht sehr willkommen sein.

Mit bloßen Augen sehen wir in dem Monde hellere und dunklere Stellen. Durch gute Fernröhre sieht man dies Alles viel deutlicher, und man gewahrt Höhen und Tiefen, Berge und Thäler. Namentlich bemerkt man sehr große Ringgebirge mit inneren Vertiefungen, in welchen wieder Höhen wahrgenommen werden. In solcher Gestalt wird etwa Böhmen vom Monde aus gesehen werden. Nach verschiedenen Methoden kann man die Höhe der Mondberge bestimmen, z. B. durch die Schatten, welche die Berge werfen, durch die Entfernung der Lichtpunkte in dem beschatteten Theile der Mondoberfläche von der Lichtgränze. Diese Lichtpunkte sind beleuchtete Bergspitzen. So hat man im Monde Berge gemessen, die mehr als 25000 Fuß hoch sind. Diese sind im Verhältniß zu der Länge des Monddurchmessers 4mal so hoch als die Berge der Erde. Diese Berge erscheinen meist als Ringgebirge oder Bergketten. Die Astronomen haben ihnen Namen gegeben: Plato, Copernicus, Kepler, Ritter u. s. w. Man glaubt, daß die Ringgebirge durch ungeheure Vulkane entstanden sind. Die ganze Mondoberfläche sieht überhaupt aus wie ein durch außerordentliche Revolutionen zerklüftetes, verwüstetes Erdreich.

Die großen, meist grauen Flecke hat man Meere genannt. Aber es sind keine Meere; denn man entdeckt keine Spur von Wolken, fast keine Spur von Atmosphäre (denn die Dämmerungen fehlen), folglich wird es auf dem Monde auch an Wasser und Meeren fehlen.

Zwischen manchen Ringgebirgen entdeckt man einzelne, zum Theil gerade auslaufende Streifen, Rillen genannt, die oft jenseits eines Ringgebirges noch fortlaufen. Was sie sind, weiß man nicht.

Zusätze.

Da der Mond uns so nahe angeht und eigentlich der Erde angehört, so dürfte es der Sache angemessen sein, noch Einiges über ihn in Zusätzen, die man überschlagen kann, beizufügen.

1. Eine Verfinsterung ist immer mit einer Bedeckung verbunden. Eine Erdverfinsterung ist zugleich eine Sonnenbedekkung für die Erdbewohner, und eine Mondverfinsterung ist für Bewohner des Mondes eine Sonnenbedeckung durch die Erde. —

2. Verfinsterungen und Bedeckungen ereignen sich, wenn die die Durchschnittspunkte der Erd- und Mondbahn verbindende gerade Linie, d. h. die Knotenlinie, in die Richtung von der Sonne zur Erde fällt, wenigstens ihr nahe liegt.

Diese Knotenlinie wandert durch den ganzen Thierkreis, gegen die Ordnung der Zeichen, von Ost nach West, und kommt in 18 Jahren 219 Tagen, im Durchschnitt also in 19 Jahren, herum. Nach Verlauf von 19 Jahren kehren darum die Verfinsterungen und Bedeckungen in derselben Ordnung wieder.

Entfernte sich der Mond nicht weiter als etwa um den Halbmesser der Erde von der Erdbahn, so hätten wir jeden Monat eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß. Aber die Bahnen des Mondes und der Erde machen einen Winkel von 5° mit einander.

Weil die Erde viel größer ist als der Mond, so erlebt der Mond viel bedeutendere Sonnenfinsternisse (Sonnenbedeckungen) als die Erde. Dagegen hat er weit weniger Erdfinsternisse als wir Mondsfinsternisse. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde entweder gar nicht, oder nur mit der Spitze. Folglich werden die Mondbewohner die Erdfinsternisse wenig oder gar nicht kennen. Der Halbschatten wird ihnen die Erde weniger dunkel machen als große Wolkenschichten.

Die Bewohner der Orte der Erde, auf welche die kleine Schattenspitze des Mondes fällt, wenn der Mond in der Erdnähe steht, haben eine totale Sonnenbedeckung. Wenn der Kernschatten die Erdoberfläche nicht erreicht, so haben die Orte, auf welche die Spitze desselben, die Achse des Schattenkegels, gerade zugeht, eine ringförmige Sonnenbedeckung.

Sehr häufig folgen eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß

in 14 Tagen auf einander, weil beide sich in den gegenüber liegenden Knoten ereignen. Manchmal folgen daher auch in zwei Monaten auf einander zwei Verfinsterungen.

Die Orte, welche zugleich von dem Kernschatten des Mondes getroffen werden können, liegen in einem Raum von etwa 16 Meilen Durchmesser. Diese haben alsdann eine centrale Sonnenfinsterniß. Eine centrale Mondsfinsterniß gilt für die ganze Hälfte der Erde, welche dem Monde zugewandt ist. Man muß die centrale Finsterniß von der totalen unterscheiden; eine centrale ist nicht immer eine totale, eine totale nicht immer eine centrale. Eine centrale Mondsfinsterniß ist immer eine totale, weil der Kernschatten der Erde in der Entfernung des Mondes breiter ist als der Durchmesser des Mondes. Eine totale Mondsfinsterniß braucht keine centrale zu sein. Eine centrale Sonnenfinsterniß ist entweder total oder ringförmig. Es hängt davon ab, ob der Mond in der Erdnähe oder Erdferne steht. Dadurch ist die scheinbare Größe des Mondes bedingt. In seiner mittleren Entfernung von der Erde ist sein scheinbarer Durchmesser etwas kleiner als der der Sonne; folglich kann in derselben keine totale, sondern nur eine ringförmige Sonnenfinsterniß entstehen.

Die totalen (central-totalen) Sonnenfinsternisse, welche sehr selten sind, und, wie gesagt, nur für einzelne Erdstriche eintreten, haben eine sehr merkwürdige Erscheinung gezeigt: einen flammenden Sonnenring mit Aussendung von Strahlenbüscheln. Brechung der Sonnenstrahlen in der Mondatmosphäre kann dies Phänomen nicht hervorrufen; die Mondatmosphäre ist zu dünn dazu. Man müßte dann auch den Mondrand, welcher die Sonne bedeckt, verwaschen erblicken, was aber nicht der Fall ist, man sieht ihn scharf begränzt und die Erhöhungen (Berge) an dem Rande mit vorzüglicher Schärfe, was nicht sein könnte, wenn die Mondatmosphäre eine die Sonnenstrahlen bedeutend schwächende Kraft besäße. Bessel und Andere vermuthen, daß die Sonne außerhalb ihrer leuchtenden Scheibe mit einem Lichtschimmer umgeben sei, der nur gesehen werden könne, wenn die Sonnenscheibe ganz vom Monde bedeckt werde. Künftige Beobachtungen müssen dieses in's Reine bringen.

Bei Mondsfinsternissen macht man eine andre, mit der eben genannten zusammenfallende (wenn auch nicht analoge) Beobach-

tung. Im Monde erscheinen an den Rändern des Erdschattens Farben, besonders die rothe, gerade wie bei der Morgen- und Abenddämmerung, in verschiednen Nüancen. Sie rühren von der Brechung der Sonnenstrahlen in der Erdatmosphäre her. Wenn eine partiale Mondsfinsterniß so statt findet, daß die Sonnenstrahlen durch starke Wolkenschichten über Erdoceanen, wenn diese etwa gerade Winter haben, fallen, so werden die Strahlen besonders stark gebrochen, und der Farbenschimmer erscheint dann auf der Mondoberfläche besonders lebhaft.

Daß die Finsternisse, besonders die Sonnenfinsternisse, so schnell vorübergehen und in wenigen Minuten sich ändern (die ringförmige Erscheinung dauert nur wenige Minuten), rührt von der eignen schnellen Bewegung des Mondes, demnächst von der Bewegung der Erde und deren Achsendrehung her.

Der Schatten, welcher bei einer totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde entsteht, ist auffallend wenig dunkel, und die Gegenstände erscheinen in einem so sonderbaren Lichte, daß wir mit ihm nichts vergleichen können, ja nicht einmal einen passenden Ausdruck dafür haben. —

3. Das Dasein einer Mondatmosphäre wird beurtheilt aus der Brechung und Schwächung der Lichtstrahlen eines Fixsterns, welchen der Mond bedeckt. Beides findet beim Monde nicht statt (wohl aber z. B. bei Venus und Mars). Wir schließen daraus, daß der Mond keine Atmosphäre hat. Ein Fixstern, welcher vom Mondrande bedeckt wird, verschwindet nicht allmählig, sondern plötzlich, wie ein Licht, welches ausgeputzt wird. Auch sieht man ihn nicht länger, und er erscheint nicht früher wieder, als die Größe des Mondrands oder des Stücks, hinter welchem er scheinbar hergeht, es bestimmt. Folglich wird sein am Mondrande vorbeifahrendes Licht gar nicht gebrochen; also keine Atmosphäre. Jedenfalls ist sie so gering, daß ihre strahlenbrechenden und lichtschwächenden Wirkungen für uns unbemerkbar bleiben. Folglich hat der Mond auch kein Wasser, keine Meere, keine Ströme. Der Mond ist keine Copie der Erde, er hat auch keine Menschen. Die Verschiedenheit der dortigen Naturverhältnisse hat eine große Verschiedenheit der Lebensformen zur nothwendigen Folge. Wir kennen zwar nur eine Seite des Mondes; aber Alles leitet zu dem Schlusse, daß die uns unbekannte Seite der bekannten in

allem Wesentlichen gleich sei. Wie auf der Erde, ist auch auf der Mondoberfläche die Mannigfaltigkeit der Formen sehr groß. Für jetzt ist der Mond für uns noch eine Hieroglyphe. —

4. An dem Monde bemerkt man keine Abplattung an den Polen, die an dem Rande liegen. Sein Durchmesser ist $468\frac{2}{5}$, sein Umfang $1470\frac{1}{2}$ solcher Meilen lang, deren die Erde 5400 im Umfange hat. Sein Durchmesser hat also etwa die Länge des europäischen Festlandes von Norden nach Süden, sein Umfang die Länge Asiens, die Oberfläche die Amerika's. 110 an einander gereihete Mondkugeln würden den Raum von der Erde bis zum Monde füllen, so wie 30 Erdkugeln.

5. Er erscheint in mittlerer Entfernung unter einem Winkel von 31 Minuten 3 Secunden. Derselbe kann bis zu $33\frac{1}{2}$ Minuten wachsen und sich bis zu 29 Minuten 22 Secunden vermindern.

Die Masse des Mondes ist $\frac{1}{88}$ der Erdmasse. Dieses ist $\frac{5}{9}$ der Masse, die er haben müßte, wenn seine Dichtigkeit der der Erde gleich wäre. Ist nun die Erde 5, genauer $5\frac{4}{9}$mal so dicht als Wasser, so ist der Mond $\frac{5}{9} \cdot 5\frac{4}{9} = \frac{245}{81} = 3$mal so dicht als Wasser. Ein Körper auf der Mondoberfläche fällt also in der ersten Secunde nur durch einen Raum von $2\frac{4}{5}$ Fuß. Mit gleicher Kraft geworfen, würde also ein Körper auf dem Monde $6\frac{1}{2}$mal so hoch steigen als auf der Erde. Um dort einen Centner zu heben, braucht man nicht mehr Kraft, als um auf der Erde 17 Pfund zu heben. Das Bergsteigen ist also dort viel leichter und gefahrloser als auf der Erde, alles Andere gleich gesetzt.

6. Wir sehen immer dieselbe Seite des Mondes. Dieses ist im Allgemeinen ganz richtig, nur nicht in strengem Sinne. Er hat eine sogenannte Schwankung (Libration), und zwar eine doppelte, von Norden nach Süden, und von Osten nach Westen. Sein Aequator macht mit der Ekliptik einen Winkel von $1\frac{1}{2}^0$, seine Bahn liegt unter 5^0 gegen die Erdbahn geneigt, und seine Bewegung um die Erde ist nicht ganz gleichmäßig. Darum liegen die Pole nicht immer an den Rändern, jenseits des Ost- und Westrandes erscheint zuweilen ein kleiner Streifen. Der mittlere Meridian verschiebt sich bald etwas rechts, bald etwas links.

$\frac{3}{7}$ der Gesammtoberfläche sind stets der Erde zugekehrt, $\frac{3}{7}$ bleiben uns immer verborgen, $\frac{1}{7}$ ist bald sichtbar, bald unsichtbar.

7. Die Entfernung der Wendekreise des Mondes von seinem Aequator und die Entfernung der Polarcirkel von den Polen wird bestimmt durch die Größe der Neigung seines Aequators, nicht gegen die Mondbahn (denn er wird nicht von der Erde, sondern von der Sonne beleuchtet), sondern gegen die Ekliptik. Diese Neigung ist sehr klein, $1\frac{1}{2}$ Grad (1° 29′). Seine Wendekreise sind also nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator, seine Polarkreise nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ von den Polen entfernt. Die Breite seiner heißen Zone, die auf der Erde 47° beträgt, ist also auf dem Monde nur 3° groß, also in Graden etwa $\frac{1}{16}$ der Breite der heißen Zone der Erde. Diese 3 Grade haben ungefähr eine Länge von 16 Meilen. Eben so lang sind die Durchmesser der kalten Zonen. Die gemäßigten Zonen nehmen also auf dem Monde bei weitem den meisten Raum ein. Doch mag die wirkliche Beschaffenheit der Mondoberfläche diesem Ausdruck wenig entsprechen.

8. Von der Neigung seines Aequators gegen die Ekliptik hängt die Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte ab. Diese ist also auf dem Monde nicht bedeutend. Ein mittlerer Tag dauert 354 Stunden. Tag und Nacht $29\frac{1}{2}$ Tage. So lange dauert auch ein Jahr. Unter 50° Breite mögen die längsten Tage und Nächte einen Unterschied von 6 bis 8 Stunden ergeben, was bei einer Länge von 354 Stunden kaum bemerkt werden wird. Bei uns ist unter 50° Breite der längste Tag schon mehr als doppelt so lang als die kürzeste Nacht.

An den Polen des Mondes wechselt ein Tag von der Länge von $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage mit einer eben so langen Nacht. Da aber die Sonne sich unter ihren Horizont nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ senkt, so wird es nie an den Polen ganz finster werden. Ja es wird auf dem Monde, namentlich an den Polen, Orte geben, denen die Sonne nie untergeht, welche also in ewigem Sonnenlichte schwimmen. Ueber das Niveau der Pole braucht sich ein Berg nur 1300 Fuß zu erheben, um von seinem Gipfel mehr als $1\frac{1}{2}^{\circ}$ unter den mittleren Horizont sehen zu können. Erhebt sich ein Berg doppelt so hoch, so bleibt ihm die ganze Sonne stets über dem Horizont. Nun sind gerade Nord- und Südpol des Mondes mit bedeutenden

Bergen bedeckt, folglich müssen die oberen Gipfel derselben in ewigem Sonnenlichte glänzen. Dagegen ist in den Thälern zwischen ihnen höchstens Dämmerung; dort kennt man also den eigentlichen Tag nicht. Dasselbe gilt von vielen andern Gegenden, welchen zur Seite eine hohe Gebirgswand liegt, die ihnen den directen Sonnenstrahl entzieht; dort wohnt man also ewig im Schatten. Auf der Erde giebt es in Norwegen, in der Schweiz, auch in der sächsischen Schweiz einige solcher Punkte.

9. Der Mond ist, wie oben dargethan, die Hauptursache der Ebbe und Fluth, die Sonne wirkt weniger. In runden Zahlen verhält sich die Wirkung der Sonne zur Wirkung des Mondes auf das Wasser (oder eine Wasserkugel) wie 2:5. Die höchste Fluth entsteht also durch eine vereinigte Kraft von $2+5=7$, die geringste durch $5-2=3$, jene zur Zeit des Voll- und Neumonds, diese zur Zeit der Viertel. Stehen im ersten Falle Mond und Sonne zugleich in der Erdnähe, so muß die Wirkung besonders bedeutend sein. Die Fluthwelle des Meeres hat eine Bewegung von Osten gegen Westen, der Achsendrehung der Erde entgegen.

10. Wer den Mond genauer kennen lernen will, den verweisen wir auf die große Mondkarte von Beer und Mädler (4 Rthlr.), auf die kleinere von Mädler (1 Rthlr.), auf das große Werk Beider: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder allgemeine vergleichende Selenographie u. s. w. Berlin bei Schropp, 1837," und auf „Mädler's kurzgefaßte Beschreibung des Mondes, Berlin 1839," welche interessante Schrift wir allen Lesern bestens empfehlen müssen. Wir halten es für passend, einige Stellen meist wörtlich daraus zu entlehnen:

Einiges über die Rillen; ein Stück aus einer Beschreibung einer kleinen Mondlandschaft; über den Einfluß des Mondes auf die Erde; über die Naturkräfte auf der Mondoberfläche; über die Bewohner derselben.

11. Die Rillen haben vielfache Erklärungsversuche veranlaßt. Man hat sie unter andern für Flüsse, oder doch für ausgetrocknete Flußbetten gehalten. Aber einmal ist die Aehnlichkeit mit Flüssen der Erde bei näherer Betrachtung sehr gering. Die gleiche Breite, welche sie meistens auf ihrem ganzen Zuge behalten, ihr

Anfangen und Aufhören (Beides gleichbedeutend) mitten in einer Ebene, ihre geringen Krümmungen, die Seltenheit der Vereinigung mehrerer, sprechen nicht für diese Ansicht. Manche ziehen von Berg zu Berg, andre zeigen sich in der Mitte deutlicher als an beiden Enden. Gewiß ist es, daß die Flüsse unsers Erdkörpers, aus großer Ferne gesehen, einen ganz andern Anblick gewähren müssen.

Eine andre Ansicht hat in diesen Gebilden Landstraßen erkennen wollen. Wenn es schon mißlich ist, die Naturformen unsers Erdkörpers mit denen des Mondes in Parallele zu stellen, so dürfte dies noch weit mehr von Produkten des Kunstfleißes gelten. An ein Bewohnen des Mondes von menschenähnlichen Geschöpfen darf nicht gedacht werden. Weit weniger wesentliche Verschiedenheiten, als wir in der That finden, würden schon hinreichen, den Schluß zu begründen, daß er kein Aufenthaltsort für Menschen sei. Wie unwahrscheinlich ist es also, daß sich Analoga zu unsern Städten und andern Bauten auf dem Monde finden sollten? Die Mannigfaltigkeit der Natur ist so groß, und selbst die wenigen besondern Merkmale, welche wir an den verschiedenen Körpern unsers Sonnensystems bemerken, zeigen uns so sehr das Eigenthümliche eines jeden derselben, daß es wohl nicht leicht einen Weltkörper geben dürfte, der nichts als die Reproduction eines andern wäre. Bei Straßen denkt man doch zunächst an ein Zugänglichmachen eines schwierigen Terrains; eine solche Absicht läßt sich aber bei den Mondrillen nicht erkennen. Wozu übrigens die ansehnliche Breite von mehreren tausend Fuß, wozu die hohen und steilen Wälle, wozu das Hindurchführen durch tiefe Krater?

Man vergesse nur nie, daß es eine Menge von Dingen giebt, die sich für uns gleichsam von selbst verstehen, und die wir, ihre Nothwendigkeit von Kindheit an fühlend, uns nur schwer hinwegzudenken vermögen; die aber dennoch, genau geprüft, durchaus nur durch die speciellen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten unsers Erdkörpers bedingt sind. Wir wohnen in Häusern — denn die Atmosphäre der Erde ist zu veränderlich und rauh, als daß wir uns ohne dieselben fortdauernd wohlbefinden könnten. Wir bauen Straßen — denn bei dem Gravitationsverhältniß unserer Erde würde die Fortschaffung der Massen ohne

solche zu schwierig, und unsre eigene zu sehr gehemmt sein. Wir errichten Dämme — denn ein Hauptbestandtheil des Erdkörpers, das Wasser, verändert seine Lage zu schnell und oft, als daß es für den Menschen und seine Werke, in Ermangelung derselben, hinreichende Sicherheit gäbe. Wir führen künstliche Befestigungen auf — denn die Zeit des ewigen Friedens ist für unsre Erde noch nicht gekommen und die der Unschuld längst vorüber. — Wie wenig aber gehörte dazu, um ganz andre Dinge an die Stelle der genannten treten zu lassen! Man vermindere in Gedanken die Schwerkraft nur auf die Hälfte der gegenwärtigen, und weder der Mensch, noch irgend ein Thier oder Pflanze werden bleiben, was sie jetzt sind, kein Gewässer wird in den alten Bahnen fließen und in seinem früheren Niveau sich erhalten, kein Bau, keine Maschine mehr nach den früheren Regeln errichtet werden: Alles wird eine andre Gestalt gewinnen. Bei Allem, was wir in fremden Weltkörpern und selbst auf dem uns nahen Monde wahrnehmen, bleibt die wahrscheinlichste Vermuthung immer, daß wir ein Naturwerk vor uns sehen, oder die Kunst müßte dort nach einem so riesenhaften Maaßstabe arbeiten, daß er alle unsere Begriffe überstiege. Wenn man vernünftige Wesen auf andern Weltkörpern annehmen will, so muß man ihrer Vernunft auch zutrauen, daß sie ihre Lebenseinrichtungen der Naturökonomie ihres Wohnortes gemäß treffen, nicht aber sie von unsrer Erde entlehnen werden.

---

12. Der Sinus Iridum ist vielleicht die prachtvollste aller Mondlandschaften. Das umgebende Gebirge steil, chaotisch, von Alpenhöhe, und sehr hellglänzend, trennt sich äußerst scharf von der Fläche des Busens, in der man nur mit großer Schwierigkeit einige Unebenheit wahrnimmt. Nur hin und wieder zeigt sich am Fuße der Berge ein schmales, niedriges Vorland.

Vielleicht bilden nirgend auf der Mondfläche die Berge eine so schöne und mannigfaltige Gruppirung als hier. Um den herrlichen Anblick in seiner ganzen Fülle zu genießen, wähle man einen Abend, wo bei nördlicher Mondbreite noch 5 Tage bis zum Vollmonde fehlen. Alsdann zieht der ganze mächtige Gebirgsbogen vom Laplace bis Heraclides durch die Nacht hin, während man von dem Vorlande noch nichts, und von dem tiefgrauen

Sinus nur einen kleinen Theil erleuchtet sieht. Am folgenden Abend hat sich sodann das Gebirgsland im Rücken jenes Landes entwickelt, und man erblickt hier wie auf einer Musterkarte alle Mondformen vereinigt: ein alpenhohes Hauptgebirge; ein zahlreiches System starker Bergketten; Tausende von einzelnen Bergen und Hügeln; zarte, parallel neben einander ziehende niedrige Rükken (besonders bei Condamine, Harpalus und Louville); mehrere Rillen und ähnlich geformte Thäler; zerstreute Krater von allen Formen und Größen, und im südöstlichsten Theile von Mairan bis gegen den 35sten Grad nördlicher Breite hin, eine von Kratern gleichsam wimmelnde Landschaft, deren immer mehr aufblitzen, je länger man in einem guten Fernrohre diese Gegend betrachtet.

Hier war es auch, wo (nach Fontenelle's Dialogen über die Mehrheit der Welten) ein Jungfrauenantlitz gesehen worden sein sollte. Schröter glaubte etwas Aehnliches in der Gestalt des Vorgebirges Heraclides und seiner nächsten Umgebung zu erblicken. Die Aehnlichkeit ist jedenfalls, mindestens wie diese Gegend jetzt erscheint, eine sehr entfernte und gezwungene.

---

13. Die Einflüsse des Mondes auf die Erde sind gleichfalls ein Gegenstand, der zu den abenteuerlichsten Meinungen Veranlassung gegeben hat, und welchen die fruchtbare Einbildungskraft früherer Zeiten in ein fertiges System zu bringen keinen Anstand nahm, lange bevor eine gründliche Beobachtung auch nur angefangen hatte, einige Data zu einem solchen zu liefern. So blieb nichts übrig, als mit gänzlicher Beseitigung jenes alten auf Nichts basirten astrologischen Wustes, Alles von vorn anzufangen und auf beharrlich-consequentem Wege, ohne alle Uebereilung, die Gesetze zu erforschen, die einer solchen Wechselwirkung, in wiefern sie besteht, zum Grunde liegen.

Wir kennen mit Sicherheit drei verschiedene Arten der Wirkung eines Weltkörpers auf den andern: Anziehung, Erleuchtung, Erwärmung, wiewohl letztere nur bei der Sonne erfahrungsgemäß feststeht. Alle andere Einflüsse sind nun entweder blos mittelbare Folge der drei genannten, oder sie sind selbstständig oder unabhängig von ihnen. Ein Beispiel unter vielen möge dies verdeutlichen. Man hat bemerkt, daß die Krebse bei zunehmendem und im Vollmonde fetter sind als im Neumonde. Die Ursache

ist keine andere, als daß sie ihre Nahrung, der sie des Nachts nachgehen, in mondhellen Nächten besser sehen als in dunklen; mithin ist dies keine besondere Einwirkung, sondern eine Folge der Erleuchtung; und in ähnlicher Weise mögen manche in Bezug auf die Pflanzen- und Thierwelt gemachte Wahrnehmungen zu erklären sein.

Die Ebbe und Fluth des Meeres ist eine nothwendige Folge der Anziehung des Mondes (und der Sonne). Der Umstand, daß die dem Monde näheren Theile der Erde mehr, die entfernten weniger von ihm erfahren, bewirkt eine gegen den Mond gerichtete Verlängerung der Form des Planeten, so weit er dieser Einwirkung nachgeben kann, d. h. so weit er aus zusammenhängenden Oceanen besteht. Denn der feste Erdkörper und alles auf ihm Befindliche kann keiner andern Anziehung folgen als der, welche das Centrum der Erde erfährt.

Der Einfluß des Mondes auf die Witterung ist noch sehr wenig festgestellt, indeß kann man nach den bisherigen Untersuchungen annehmen, daß er nur äußerst gering, obwohl nicht ganz zu verwerfen sei. Daß bei der Erdferne des Mondes die Witterung durchschnittlich etwas heitrer und trockner sei, auch das Barometer höher stehe, als bei der Erdnähe, haben bereits frühere Beobachter dargethan, und ich finde es durch meine eignen Wahrnehmungen bestätigt, überdies ergeben sie eine etwa $\frac{1}{2}$ Grad höhere Temperatur zur Zeit der Erdferne. Die größeren Veränderungen der Witterung haben sich dagegen bis jetzt als unabhängig von der Stellung und Entfernung des Mondes gezeigt. Sehr allgemein ist die Behauptung, daß mit dem Eintritte des Voll- und Neumonds die Witterung sich häufiger ändere, als zu andern Zeiten; es ist äußerst schwierig hierüber zu entscheiden, und man wird ganz andre Wege einschlagen müssen als bisher, wenn man zu einem von Voraussetzungen freien Resultate gelangen will. — Nach Schübler fällt der meiste Regen bald nach dem ersten Viertel, der wenigste um die Zeit des letzten Viertels, doch ist auch hier der Unterschied gering.

Mit diesen Witterungs-Einflüssen hängen denn auch wohl die Veränderungen zusammen, die man in der Pflanzen- und Thierwelt wahrgenommen haben will, so wie nicht minder der Einfluß des Mondes auf Krankheiten des Menschen, der übrigens

noch

noch keineswegs feststeht und jedenfalls, wie fast Alles in dieser Beziehung, sehr übertrieben worden ist, auch höchst wichtige Autoritäten, wie Olbers, gegen sich hat, wenn gleich nicht geleugnet werden kann, daß selbst die meisten Aerzte sich mehr oder minder für einen solchen Einfluß aussprechen.

Ein bisher ganz unbekannt gebliebener, von Niemand geahnter Einfluß des Mondes, der auf die Bewegungen der Magnetnadel, ist vor Kurzem durch Kreyl's äußerst sorgfältige und genaue Beobachtungen am Gauß'schen magnetischen Apparat bekannt geworden. Durch diesen höchst sinnreichen Apparat ist es jetzt möglich, selbst einzelne Bogensecunden in den Schwingungen der Nadel noch sicher zu unterscheiden, und durch dreijährige, täglich 7mal wiederholte Beobachtnngen dieser Schwingungen hat Kreyl gefunden, daß der Nordpol der Magnetnadel ein Bestreben äußere, sich von derjenigen Seite des Meridians, wo zur Zeit der Mond steht, wegzuwenden, daß ferner die Schwingungen längere Zeit erfordern, wenn der Mond in der Erdferne steht, und eine kürzere in der Erdnähe, und er schließt hieraus:

„Der Mond ist ein der magnetischen Kraft unterworfener Körper, und auf seiner der Erde zugewendeten Seite herrscht derjenige Magnetismus vor, der die magnetische Kraft der Erde verstärkt und den Südpol unsrer Nadeln anzieht.

Jedoch auch dieser Einfluß, obwohl gewiß, ist ungemein schwach: die erwähnte Ablenkung der Nadel beträgt im Durchschnitt nur 7 Secunden (die durch Nordlichter veranlaßte kann 600 bis 800mal stärker sein), und die Verstärkung der Kraft in der Erdnähe beträgt noch nicht den tausendsten Theil der ganzen Kraft.

Eine erwärmende Kraft des Mondstrahls haben auch selbst die sorgfältigsten Untersuchungen Mitscherlich's u. A. nicht entdecken können; wäre sie nur $\frac{1}{100}$ Grad, so hätte sie sich verrathen müssen.

Die chemische Wirkung des Mondlichts ist dagegen nicht gänzlich Null; es ist Arago und neuerdings Daguerre gelungen, durch Einwirkung des Mondscheins auf Chlorsilber einen bleibenbenden weißen Fleck von der Form des Mondes zu erzeugen.

Was aber endlich die Steine betrifft, die nach Benzenberg's etwas gewagten Behauptungen aus dem Monde — und zwar

von dessen Vulkanen ausgeworfen — zu uns gelangen sollten, so stehen dieser Annahme zu viele Gründe entgegen, als daß sie für wahrscheinlich gelten könnte. Die Beobachtungen zeigen uns nicht allein keine Vulkane, sondern sie lehren auch, daß fast alle Bedingungen der Erdvulkane dort fehlen. Gleichwohl müßte ein Vulkan, der im Stande wäre, einen Stein Tausende von Meilen hoch (6000 Meilen nach der mäßigsten Rechnung) zu werfen, da sie nicht früher in die Sphäre gelangen können, wo die Erdanziehung die Mondanziehung überwiegt, eine ungeheure Kraft haben, und seine gewaltigen Ausbrüche könnten uns nicht verborgen bleiben. Diese Meteorsteine sind, wenn nicht in unsrer eignen Atmosphäre, irgendwo im freien Weltraume, nicht aber auf dem Monde zu Hause.

So vereinigt sich Alles, was wir über diese noch sehr räthselhaften Gegenstände wissen, dahin: daß es zwar sehr mannigfaltige Wechselbeziehungen zwischen Erde und Mond gebe, daß aber keine einzige derselben von Erheblichkeit sei, und daß wir namentlich die Haupturſachen aller derjenigen Veränderungen, die in unsrer Atmosphäre vorgehen, durchaus nicht im Monde, sondern wahrscheinlich viel näher zu suchen haben. —

14. Beim Anblick der von unserer Erde so sehr verschiedenen Mondoberfläche frägt man natürlich, durch welche Naturkräfte dies entstanden, ob es von jeher so gewesen, oder wie es sich nach und nach ausgebildet habe? Wir vermögen diese und ähnliche interessante Fragen nur unvollkommen und hypothetisch aufzulösen: eine Selenogonie darf nicht hoffen, an Bündigkeit ihrer Sätze die Geologie zu erreichen oder gar zu übertreffen.

Nehmen wir mit Laplace an, daß die Weltkörper unsers Sonnensystems, und die Sonne selbst, aus einem Zustande der Zerstreuung und nebelartigen Dünnheit, in welchem sie den ganzen, jetzt wirklich oder scheinbar leeren Raum anfüllten, in ihren jetzigen Zustand der Consistenz und zu bestimmten Formen durch allmählige Verdichtung gelangt sind, welche als Folge der Erkaltung gedacht werden muß, so ist begreiflich, daß diese Verdichtung, namentlich bei kleinern Weltkörpern, nicht im Centro zunächst, sondern mehr in den äußern, die nachherige Oberfläche bildenden Theilen begonnen haben, und von Außen nach Innen, nicht umgekehrt, vorgeschritten sein muß. Indem solchergestalt

der Umfang des Ganzen sich fortwährend verminderte, wurden die inneren Theile, sobald die Oberfläche einigermaßen einen consistenten Zustand gewonnen hatte, gewaltsam zusammengepreßt, und mußten, da sie jetzt nicht mehr ungehemmt entweichen konnten, durch ihren Widerstand Eruptionen veranlassen, wobei man gar nicht nothwendig hat, an Feuerausbrüche zu denken. Die früheren dieser Eruptionen waren auch die dem Umfange nach größten, da das Ganze noch zu wenig locale Besonderheiten darbot, und überhaupt alle Naturrevolutionen im größeren Style vor sich gehen und von desto kolossaleren Kräften bewegt werden, je früher die Epoche ist. So entstanden die größten und ursprünglich auch wohl tiefsten Wallebenen und Ringgebirge. Als in spätern Perioden die Ausbrüche nicht mehr vom Centro des Ganzen aus, sondern mehr von einzelnen, der Oberfläche näher gelegenen Punkten sich erzeugten, wurden auch ihre Wirkungssphären immer enger, so daß sich zuletzt Alles auf die Bildung kleiner Krater beschränkte. Dazu kam, daß die Oberfläche selbst inzwischen an Festigkeit gewonnen hatte, was eben so sehr eine größere Concentration der Kraft bedingte. Diese mußte sich endlich begnügen, anstatt durchzubrechen, nur die Oberfläche emporzuheben, und auch dies größtentheils nur da, wo die relative Lockerheit des Bodens dieses begünstigte, also da, wo früher schon ein Ausbruch erfolgt und dadurch die fortschreitende Verdichtung gewaltsam unterbrochen war. Daher die Centralberge.

15. Nur ungern berühre ich eine zweite Frage, die über die Bewohner des Mondes. Nicht als ob ich die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes verkennen oder die absolute Unmöglichkeit einer Beantwortung für alle künftige Zeiten behaupten wollte, sondern weil sie leider durch die leichtsinnige Art, mit der sie bisher meistens behandelt worden, bei Allen, die es mit wahrer Wissenschaftlichkeit ernstlich meinen, in Mißkredit gekommen ist. Ich habe nichts Gewisses über sie erforscht, so wenig als Andre vor mir; kann keine Hoffnung hegen, daß es der Nachwelt gelingen werde, und kann ungewissen und aller Wahrscheinlichkeit entbehrenden Vermuthungen eine Stelle einzuräumen mich nicht entschließen. — Daß alles Erschaffene zu weisen und edlen Zwecken geschaffen sei, ist ein Gedanke, dessen Nothwendigkeit sich unserm Geiste aufdrängt. Da ferner das Lebendige höhere und edlere Zwecke erfüllt

als das Lebloſe, ſo haben wir überall, wo lebende Geſchöpfe möglich ſind, dieſe auch als wirklich anzunehmen. Alles, was im Vorſtehenden über den Mond geſagt iſt, beweiſt nun allerdings, daß weder wir ſelbſt noch irgend ein Geſchöpf unſers Erdkörpers dort exiſtiren können, aber es hebt keineswegs die Möglichkeit aller und jeder Lebensformen für den Mond auf, und ſo werden allerdings (vielleicht) lebende Weſen jene Gefilde bewohnen. Aber Vieles von dem, was für uns unabweisbares Bedürfniß iſt, iſt für ſie nicht vorhanden; und auf der anderen Seite mag Manches, was wir mit keinem Namen belegen, den Mondbewohnern unentbehrlich ſein. Ihre Sehorgane müſſen für ſtärkeres Licht eingerichtet ſein und größere Contraſte deſſelben ohne Nachtheil ertragen können. Ihre Bewegungen können eben ſo wenig den unſrigen entſprechen; es ſcheint, daß ſie, mit den unſrigen verglichen, ungleich leichter als dieſe ſein müſſen. Wenn wir auch im Allgemeinen wiſſen, wie ihre Tage und Nächte beſchaffen ſind, welchen Anblick ihnen das Firmament gewährt u. dergl., ſo reicht dies Alles doch nicht hin, uns von ihrer Geſtalt, Größe, Lebensweiſe u. dergl. auch nur den allgemeinſten Begriff zu bilden, der mehr als ein Phantaſiegebilde wäre, und es wird eben ſo unmöglich bleiben, ſie zu ſehen, als zu ihnen zu gelangen; ja ſelbſt die Idee, mit ihnen zu correſpondiren (obgleich der hochverdiente Brandes in dieſer Beziehung einige nicht ganz chimäriſche Vorſchläge gethan hat), dürfte doch wohl eben ſo wenig jemals zu realiſiren ſein. Ob wir ſie einſt, bei größerer Vervollkommnung der optiſchen Hülfsmittel, in ihren Werken erkennen werden? An Werke, die mit den unſrigen Aehnlichkeit hätten, iſt wohl nicht zu denken, und ſo wird es ſtets eine mißliche Sache bleiben, das, was uns die Fernröhren in dieſer Beziehung vielleicht zeigen dürften, richtig zu deuten.

So betrachtet, geſtalten ſich unſre Zukunfthoffnungen in Bezug auf nähere Kenntniß der Seleniten äußerſt dürftig und der ungeduldigen Phantaſie gar mancher Erdbewohner wenig entſprechend; allein der wahre Zweck unſrer Himmelsforſchungen iſt auch keineswegs darin zu ſuchen. Insbeſondere ſind in Betreff des Mondes noch ganz andre und in der That wichtigere Fragen zu beantworten. Wie war er urſprünglich beſchaffen? Welchen Gang hat ſeine Ausbildung genommen? Waren ſeine Rotationsbewe-

gungen stets so, wie sie jetzt sind, oder nicht? Wie harmonirten diese Bewegungen mit der Lage und Größe seiner Achsen? In welchen Beziehungen läßt sich ein Einfluß des Mondes auf die Erde darthun, und welche Gesetze finden rücksichtlich dieser Einflüsse statt? Dies sind nur einige der Punkte, worüber wir mit Wahrscheinlichkeit Einiges von der Zukunft erwarten dürfen; sie werden uns, richtig behandelt, mehr und bessere Aufschlüsse über den Mond und seine Beziehungen zur Erde verschaffen, als es selbst ein leibhaftiger Selenit vermöchte, wenn wir seiner habhaft werden könnten.

---

10. Von den Kometen.

Außer den 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten gehört noch ein sehr großes Heer von Kometen zu unserm Sonnensystem. Kennt man ihre Anzahl nicht, so weiß man doch, daß sie sehr groß ist. Innerhalb der Mercurbahn hat man 20, innerhalb der Venusbahn 70 Kometen beobachtet, die daselbst in den Punkt ihrer Sonnennähe (in's Perihel) traten. Wie viele mögen unbeachtet vorbeigegangen sein, entweder weil sie ihre Sonnennähe in der Nähe des Südpols erreichten, oder weil zu der Zeit trübe Witterung herrschte, oder weil sie in der Nähe der Sonne standen! Ohne Zweifel ist ihre Anzahl ungeheuer groß. Sie sind das eigentliche Volk des Sonnensystems, die Planeten die Großwürdenträger, welche den Herrscher ihrer Welt nahe umstehen:

„umstanden geschäftig den Herrscher der Welt,
Die Würde des Amtes zu üben."

Die Bahnen der Kometen liegen nicht in der Ebene der Ekliptik oder in ihrer Nähe. Solcher giebt es auch, andre aber durchschneiden die Ekliptik unter allen Winkeln, drehen sich auch nicht, wie sämmtliche Planeten, von Westen gegen Osten um die Sonne, sondern gehen in den verschiedensten Richtungen. Für sie giebt es in dieser Hinsicht keine Regel.

An ihnen, wenigstens den meisten, größten, bemerkt man drei Theile: den Kern, die Nebelhülle, den Schweif.

Der Kern ist gewöhnlich klein, hat ein helleres, wenn auch, mit dem Planetenlichte verglichen, trübes Licht; manche Kometen

hatten keinen Kern, nur Dunsthülle. Der Kern ist meist gar nicht scharf begränzt.

Die Nebelhülle scheint der wesentlichste Theil der Kometen zu sein; denn noch keinen sah man ohne sie, wohl aber welche ohne Schweif, wie ohne Kern.

Sie umgiebt den Kern in einer kugelförmigen Gestalt, die sich mit der einen Seite verlängert und dadurch den Schweif bildet. Zwischen dem Kern und der Nebelhülle ist gewöhnlich ein dunklerer Zwischenraum. Durch die Nebelhülle sieht man die Fixsterne, fast ungeschwächt. Manche Kometen hatten mehrere Nebelhüllen. Nach Herschel bilden sie die Atmosphäre der Kometen, erzeugt durch die Sonnenstrahlen in der Sonnennähe der Kometen.

Der Schweif liegt meist auf der der Sonne abgewandten Seite des Himmels, in der Regel gebogen, mit der erhabenen (convexen) Seite nach der Himmelsgegend gerichtet, wohin der Komet geht. Manche sind mit mehreren Schweifen erschienen. Sie scheinen erst mit der Annäherung zur Sonne zu entstehen, mit derselben zuzunehmen, mit der Entfernung von der Sonne abzunehmen, endlich wieder zu verschwinden. Manche Schweife hatten eine solche Länge, daß sie mehr als den vierten oder dritten Theil des scheinbaren Himmels durchzogen. Die meisten sind nur durch Fernröhren sichtbar (teleskopische Kometen).

Der größte, bis jetzt in dem laufenden Jahrhundert erschienene, war der im Jahre 1811. Sein Kopf hatte einen Durchmesser von wenigstens 140000 Meilen, und sein Schweif überragte die Entfernung der Erde von der Sonne weit.

Ob sie ihr Licht von der Sonne erhalten oder eigenes Licht haben, oder ob Beides zugleich statt findet, ist noch nicht mit mathematischer Gewißheit ausgemacht. Nach Frauenhofer's Untersuchungen ist an ihrem eigenen Lichte nicht mehr zu zweifeln. Ihre ganze Masse scheint aus Dunst zu bestehen; die Theile des Schweifes sind gewiß so fein, daß die Erde, wie es gewiß schon oft der Fall gewesen ist, sich in einem solchen Schweife befinden konnte, ohne daß es merkbar wurde. Auf die Bahnen der Planeten, in deren Nähe sie kommen, scheinen sie gar keinen Einfluß zu haben.

Die Bahnen, welche die Kometen um die Sonne beschreiben, sind krummlinig (Curven); ob sich alle in Ellipsen bewegen, ist ungewiß. Möglich, daß manche in Parabeln oder Hyperbeln sich bewegen und zur Sonne nicht zurückkehren. Die Ellipsen, in welchen sie laufen, sind in der Regel sehr länglich (sehr excentrisch), und ihre Umlaufszeiten höchst verschieden, von einigen Jahren an bis zu Jahrtausenden. Wir sehen die, welche wir sehen, nur in einem kleinen Theile ihrer Bahn, in welchem der Punkt der Sonnennähe liegt. Hier hat die Ellipse die größte Krümmung. Ein kleiner Fehler in der Beobachtung giebt daher eine ganz verschiedene Ellipse. Daher stimmen die Angaben der Astronomen in Betreff der Umlaufszeit eines Kometen oft nicht mit einander überein.

Bis jetzt kennt man nur von vieren die Umlaufszeit:

Der Komet des Astronomen Halley hat eine Umlaufszeit von 76 Jahren;

— — — — Olbers — 74 —

— — — — Enke — $3\frac{1}{4}$ —

— — — — Biela — $6\frac{3}{4}$ —

Diese vier wandeln unter den Planeten herum, gehören also recht eigentlich zu unserm Sonnensystem. Fig. 32 veranschaulicht die Lage ihrer Bahnen. Der Halley'sche Komet, der zuletzt 1835, nur kleiner und schwächer, als man ihn erwartet hatte, erschien, ist der erste gewesen, dessen Umlaufszeit man zu bestimmen das Glück gehabt hat.

Da die Kometen durch die bekannten Centralkräfte, die Anziehungskraft der Sonne und das Beharrungsvermögen, regiert werden, überhaupt den Kepler'schen Gesetzen unterworfen sind, so kann man (nach dem dritten) aus der Umlaufszeit eines Kometen die (mittlere) Entfernung berechnen. Die große Achse der Bahn des Halley'schen Kometen verhält sich zur kleinen beinahe wie 2 : 1, jene beträgt 750 Millionen Meilen, diese beinahe 400. In seiner Sonnennähe ist er nur 12 Millionen Meilen, dagegen in der Sonnenferne doppelt so weit als Uranus von der Sonne entfernt. Seine Bewegung geschieht von Ost gegen West, also gegen die Ordnung der Zeichen des Thierkreises, mit dem seine Bahn nicht zusammenfällt. In seiner Sonnennähe bewegt

er sich 4mal so schnell als die Erde, er verweilt daher nur $2\frac{1}{2}$ Monate innerhalb der Erdbahn; in der Sonnenferne ist seine Geschwindigkeit nur $\frac{1}{15}$ der Geschwindigkeit der Erde.

Von diesen 4 Kometen können der Biela'sche und der Enke'sche einmal der Erde sehr nahe kommen, nämlich dann, wenn die Erde sich gerade in der Nähe eines Knotens ihrer Bahn mit den Bahnen dieser Kometen befindet. Auch können sie unter einander zusammentreffen. Ob diese mögliche, aber, weil die Bahnen der Kometen nicht in derselben Ebene liegen und von der Ekliptik sehr abweichen, unwahrscheinliche Annäherung ein wirkliches Zusammentreffen und für die einen oder andern von bedeutenden, vielleicht gefährlichen Folgen begleitet sein würde, wissen wir nicht. Wegen der nebelartigen Natur der Kometen ist es nicht wahrscheinlich. Die ganze Natur ist mit allen ihren Geschöpfen und Wesen in der Hand Gottes; ohne seinen Willen kann nichts geschehen, nnd was geschieht, ist — gut. Die abergläubische *) Furcht vor den Kometen ist längst verschwunden. Alles ist — Gottes.

11. Von den Fixsternen.

1. Die Fixsterne, so genannt, weil sie ihre gegenseitige Stellung im Wesentlichen nicht ändern (ehemals glaubte man auch, daß sie immer an demselben absoluten Orte des Weltraums beharrten), glänzen in sehr verschiedenem Lichte, stärker und schwächer, meist in weißem Lichte, doch mit mancherlei Färbungen. Durch Fernröhren gesehen, erscheinen sie alle als untheilbare Punkte, ohne allen Durchmesser (und ohne ausfahrende Strahlen). Von wirklicher Größe kann man daher gar nicht sprechen, wohl davon reden, aber sie nicht bestimmen; man kennt sie nicht: nur

*) Wie die Astronomie überhaupt ein höchst lehrreiches Schauspiel, einmal der Verirrungen des menschlichen Geistes, dann seiner allmähligen, zuletzt über alle, wenn auch noch so verjährten, ja für heilig erklärten Irrthümer triumphirenden Entwicklung und seiner dadurch offenbarten göttlichen Begabung darbietet, so werden insbesondere die Kometen auch dadurch lehrreich, weil man an ihnen sieht, wie wenig den Chroniken des Mittelalters zu trauen ist. Da erschienen Kometen als himmlische Zuchtruthen und Vorboten ungeheuren Unglücks in den erschreckendsten Gestalten, mit ungeheuren Köpfen und Schwänzen u. s. w. — Seitdem man nicht mehr an sie glaubt, erscheinen sie auch nicht mehr.

von scheinbarer Größe ist die Rede. Je nach der Lichtstärke theilt man sie nun in Sterne von erster, zweiter u. s. w. bis zehnter, oder in den stärksten, Raum-durchdringenden Teleskopen gar sechszehnter Größe. Bei einiger Uebung lernt man mit bloßen Augen die Sterne erster bis sechster Größe unterscheiden.

2. Die Zahl der mit bloßem Auge unterscheidbaren Sterne mag etwa 5000 betragen. Von ihnen gehören zur ersten Klasse 18, zur zweiten gegen 60, zur dritten 300; dann steigt die Zahl bedeutend.

In guten Fernröhren sieht man aber unendlich mehr Sterne, wenigstens 70000. Wo man mit unbewaffnetem Auge nur einen oder einige sieht, sieht man in Fernröhren viele. Viele bloße Lichtschimmer lösen sich in Sternhaufen auf, hinter welchen man meist wieder Lichtschimmer bemerkt, die sich in noch besseren Fernröhren abermals in Sternhaufen auflösen, jenseits welcher abermals Lichtschimmer gesehen werden. Herschel (der ältere) sah einst durch sein Riesenteleskop in weniger als einer Stunde 250000 Sterne durch das (verhältnißmäßig kleine) Gesichtsfeld hindurchgehen. Kurz die Zahl der Sterne ist unendlich groß.

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen."

3. Daß die Sterne nicht gleichmäßig an der Oberfläche des Himmels vertheilt erscheinen, weiß Jedermann; hier scheinen sie dünner, dort dichter zu stehen. Vorzüglich drängen sie sich in einem lichten Streifen zusammen, den man Milchstraße genannt hat. Er zieht sich in verschiedener Breite als ein größter Kreis durch das ganze Himmelsgewölbe hindurch. Für Herschel lösete sich der Schimmer, den wir mit bloßem Auge erblicken, in Sternhaufen auf, und er hat es wahrscheinlich gemacht, daß sie zusammen die Gestalt einer Linse haben, in deren Ebene auch die Erde mit dem Sonnensystem sich befindet, so daß wir die Sterne in der Richtung der Kante der Linse sehen. Vielleicht gehören alle andern Fixsterne auch noch zu diesem linsenförmigen Milchstraßen-System, das von der Seite (nicht in der Richtung der Linse) angesehen, weniger, dünner vertheilte Sterne zeigt.

4. Solcher Milchstraßen-Systeme scheint es mehrere zu ge-

ben. Mit bloßem Auge bemerkt man in sternhellen Nächten kleine Lichtwölkchen, Nebelflecke genannt. Herschel sah, daß einige aus Sternmassen bestehen. Die ungeheure Entfernung macht, daß sie zusammen nur den Eindruck eines Schimmers auf das Auge machen. Unsre Entfernung von ihnen wird zu groß sein, als daß sie sich in einzelne Lichtpunkte auflösen könnten. Die Zahl der Sterne ist also in der That unendlich groß, d. h. sie übertrifft Alles, was wir angeben könnten. Wir sprechen daher nicht von Millionen, Billionen, Trillionen, sondern von unzähligen Sternen.

5. Und ihre Entfernung? Wer könnte sie angeben, wer sie sich vorstellen? Der nächste oder einer der nächsten, der Stern 61 im Schwan (man bezeichnet die Fixsterne mit Namen, Buchstaben und Zahlen) ist wenigstens 8, höchstens 14 Billionen Meilen von uns entfernt, eine Entfernung, welche von dem Lichtstrahl, der in einem Tage mehr als $3\frac{1}{2}$ Millionen Meilen durchschießt, kaum in 8 bis 12 Jahren zurückgelegt werden würde *). Wir nennen diese Entfernung eine Sternweite. Denn unsre gewöhnlichen Maaßstäbe reichen zur Bestimmung solcher Entfernungen nicht aus. Auf Erden messen wir mit Fuß und Meilen. In dem Sonnensystem gebrauchen wir Sonnenfernen (Erdweiten, 20 Millionen Meilen), in dem Fixsternsystem Sternweiten. Herschel hat berechnet, daß die kleinsten, ihm sichtbaren Sterne wenigstens 40000 Sternweiten entfernt seien.

„Kühne Seglerin, Phantasie,
Wirf ein muthloses Anker hie!"

Wo ist die Gränze des Weltraums? Nirgends. Giebt es einen letzten Stern? Was ist die Erde, unsre liebe Erde, gegen das Universum? Was ist das Wissen eines Menschen gegen das

---

*) In den letzten Jahren soll ein südlicher Stern (im Centaur) am Cap der guten Hoffnung beobachtet worden sein, nach Wahrscheinlichkeit der nächste unter allen Fixsternen, 200000 Sonnenweiten oder 4 Billionen Meilen entfernt. Bis dahin glaubte man, daß 61 im Schwan die stärkste eigene Bewegung habe. Er rückt gegenwärtig in 700 Jahren einen Grad des größten Kreises am Himmel fort. Wenn er sich mit dieser Geschwindigkeit auf unsre Sonne los bewegte, so würde er 20000 Jahre brauchen, um die Entfernung auf die Hälfte herabzubringen.

Wissen der Menschheit, und was ist deren Wissen gegen das, was Niemand weiß? Was ist der Mensch gegen den Schöpfer?

6. Von ganz besondrer Merkwürdigkeit sind die sogenannten Doppelsterne, d. h. je 2 Sterne, die sehr nahe zusammenstehen, so daß man mit bloßem Auge nur einen sieht *). Zwei Sterne, die fast in derselben geraden Linie stehen, können, auch wenn ihre Entfernung von einander sehr groß ist, nämlich so groß, daß sie nicht unmittelbar zusammengehören, einen sogenannten Doppelstern bilden. Es ist dann ein Schein, sie bilden einen optischen Doppelstern. Aber sie können auch wirklich (verhältnißmäßig nahe) beisammen stehen, zusammengehören; alsdann bilden sie einen physischen Doppelstern. Und deren Zahl ist in der That groß. Im Ganzen kennt man schon wenigstens 6000 Doppelsterne. Die physischen Doppelsterne, von denen der eine gewöhnlich bedeutend schwächer erscheint, als der andre, erkennt man daran, daß sich der kleinere um den größern, oder genauer, daß sich beide um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Systems herumbewegen. Davon wußte man in früheren Jahrhunderten nichts; jetzt weiß man es genau. Die Nachwelt wird es noch besser wissen. Ja man weiß schon, daß auch andere Sterne eine eigenthümliche Bewegung haben **). Die Bedeutung des Namens Fixstern hat sich also sehr geändert. Wohin die Fortbewegung derselben im Weltraume gerichtet ist, ist noch unbekannt. Ein Jahrhundert ist für die Erdbewohner ein langer Zeitraum, für die Bewegung der Fixsterne ein sehr kurzer. „Vor ihm sind tausend Jahre wie eine Nachtwache."

Daß die Zustände auf unsrer Erde oder in unserm Sonnen-

---

*) Scharfe unbewaffnete Augen können zwei Sterne, welche 8 Bogenminuten von einander entfernt sind, noch als zwei Sterne unterscheiden. Die näher beisammen stehen, sind für gewöhnliche Augen Doppelsterne. Durch Fernröhren werden sie von einander getrennt. Struve zählt deren, welche nur 32″ von einander abstehen, über 2600 auf. Unter ihnen befinden sich 64 dreifache, 3 vierfache, 1 fünffacher (vielleicht siebenfacher).

**) Von den hellsten Sternen, welche die alten Griechen kannten, hat keiner seinen Platz behauptet. Arctur, der hellste Stern im Ochsenhüter, hat in 2000 Jahren um drittehalb Vollmondbreiten seinen Platz verändert. Er hat am meisten seine Stelle gewechselt. Und könnte man sich auf die alten Beobachtungen fest verlassen, so würde der Stern 61 im Schwan um 6 Vollmondbreiten von seinem Orte gerückt sein.

syſtem nicht überall hinpaſſen, iſt leicht begreiflich. Die Natur liebt die Mannigfaltigkeit. Die bereits vermuthete Geſchwindigkeit eines von zwei Sternen, die einen Doppelſtern bilden (es giebt auch drei-, vier- und mehrfache), ſcheint 10000mal ſo groß als die Geſchwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn. (Dieſer Doppelſtern ſteht in der Jungfrau.) Aber ein Geſetz, das Newtonſche der allgemeinen Schwere, ſcheint in dem ganzen Weltall zu herrſchen. Wahrſcheinlich iſt es demnach das allgemeine Geſetz der Natur. „Um Erden kreiſen Monde, um Sonnen Erden, Sonnen um andre Sonnen.“ — — — Alle hält die eine Kraft, die wir, ohne ihr inneres Weſen weiter zu kennen, Anziehungskraft nennen, in ihren Bahnen. Ob ſich um die übrigen Sonnen des Himmels auch Planeten, dunkle Körper, drehen, wiſſen wir nicht. Nichtwiſſen und Irren — ſind Eigenthümlichkeiten des Menſchen.

7. Schon die älteſten Völker beſchäftigten ſich mit den Sternen, und ihre Phantaſie vereinigte ſie in einzelne Gruppen, Sternbilder genannt. Man ſah Geſtalten in ihnen und gab ihnen danach die Namen, oder man verewigte durch die Namengebung merkwürdige (mythiſche) Perſonen, denkwürdige Begebenheiten und Ereigniſſe *). Der Alexandriniſche Aſtronom Ptolemäus zählt 48 Sternbilder auf:

---

*) Der Urſprung der Namen der ſchon im Alterthum bekannten und benannten Sternbilder läßt ſich nicht überall mit Sicherheit angeben. Einige tragen ihre Namen von der Geſtalt, welche die zu ihnen gehörigen Hauptſterne bilden (der Wagen, die nördliche und ſüdliche Krone, der Triangel); andre Namen müſſen auf andre Weiſe abgeleitet werden. Die der zwölf Sternbilder des Thierkreiſes ſind vielleicht zum Theil Namen altägyptiſcher Gottheiten, oder ſie bezeichnen ökonomiſche Arbeiten, welche in die Monate fielen, in welchen die Sonne in einem gewiſſen Sternbilde ſtand, oder Witterungserſcheinungen u. dgl. m. Während des Frühlings ſchritt die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge (ehemals Ziegen): dieſe Thiere werfen in dieſen Monaten ihre Jungen; in den Sommermonaten ſtand die Sonne im Krebs, im Löwen, in der Jungfrau (mit Aehren): der Krebs bedeutet die Umwendung der Sonne zum Aequator, der Löwe die brennende Hitze des Juli (?), die Jungfrau iſt das Zeichen der Ernte; die Wage das Emblem der Gleichheit des Tages und der Nacht, der Skorpion deutet die peſtartigen Krankheiten des Herbſtes an, der Schütze iſt ein Sinnbild der Jagd, der Steinbock das Bild der wieder aufſteigenden Sonne,

1) die 12 Sternbilder, die den Thierkreis bilden;
2) 21 nördlich vom Thierkreis:

13. die Cassiopeia,
14. die Andromeda,
15. der Cepheus,
16. der Perseus,
17. der Adler,
18. der große Bär,
19. der kleine Bär,
20. der Bootes,
21. der Ophiuchus,
22. die Schlange,
23. der Herkules,
24. der Drache,
25. die Leyer,
26. der Pfeil,
27. der Schwan,
28. der Delphin,
29. das kleine Pferd,
30. der Pegasus,
31. die nördliche Krone,
32. der nördliche Triangel,
33. der Fuhrmann.

3) 15 südlich vom Thierkreis:

34. der Orion,
35. der große Hund,
36. der kleine Hund,
37. der Hase,
38. der Eridanfluß,
39. der Wallfisch,
40. das Schiff,
41. die Wasserschlange.
42. der Becher,
43. der Rabe,
44. der Centaur,
45. der Wolf,
46. der Altar,
47. die südliche Krone,
48. der südliche Fisch.

Außerdem kannten die Alten noch:

49. den Antinous,
50. das Haar der Berenice,
51. die Plejaden oder die Glucke,
52. die Hyaden oder das Regengestirn.

In den letzten Jahrhunderten hat man noch 57 andre unterschieden, die theils nördlich, theils südlich vom Himmelsäquator

---

der Wassermann bezeichnet die Regenzeit des Februar, die Fische kündigen die Zeit des Fischfanges an. Das Alles sind nur Vermuthungen.

Die Namen der übrigen, den Alten bekannten Sternbilder sind meist griechischen Ursprunges und gehören zum Theil der Mythologie an: Herkules, der Drache, Bootes, Perseus mit dem Medusenhaupte, Pegasus, Andromeda die Tochter des Cepheus und der Cassiopeia, die Leyer Apollo's, der Schwan der Leda, der Jäger Orion mit seinem Hunde und andre.

stehen. Die von Nr. 53 bis 90 incl. sind in unsern Gegenden sichtbar, die andern stehen zu südlich, um bei uns gesehen zu werden:

53. das Rennthier,
54. der Erntehüter,
55. das Einhorn,
56. der kleine Löwe,
57. der Luchs,
58. der Camelopard,
59. der polnische (Poniatowski'sche) Stier,
60. die Jagdhunde (Hasen),
61. das Herz Carl's II.,
62. die Eidechse,
63. der kleine Triangel,
64. die Fliege,
65. die Friedrichsehre,
66. das Brandenb. Scepter,
67. die Georgsharfe,
68. der Mauerquadrant,
69. das Herschel'sche Teleskop,
70. die Taube,
71. der Vogel Einsiedler,
72. der Luftballon,
73. das Mikroskop,
74. die Buchdruckerwerkstatt,
75. der Grabstichel,
76. die Staffelei,
77. die Katze,
78. der chemische Apparat,
79. die Elektrisirmaschine,
80. die Bildhauerwerkstatt,
81. der Schiffscompaß,
82. das Teleskop,
83. der Sextant,
84. der Fuchs mit der Gans,
85. der Delphin,
86. der Sobieski'sche Schild,
87. der Cerberus,
88. das Lineal,
89. der Berg Mänalus,
90. die Luftpumpe,
91. der Indianer,
92. der Kranich,
93. der Phönix,
94. der fliegende Fisch,
95. der südliche Triangel,
96. der Paradiesvogel,
97. der Schwertfisch,
98. das Chamäleon,
99. die Pendeluhr,
100. das Kreuz,
101. der Cirkel,
102. der Tafelberg,
103. der Pfau,
104. die amerikanische Gans,
105. die große und kleine Wolke,
106. das rhomboidische Netz,
107. die Eiche Carl's II.,
108. der Seeoctant,
109. die Biene.

Wer sie kennen lernen will, muß sich dieselben entweder zeigen lassen, oder sich einer Sternkarte, noch besser eines Himmelsglobus bedienen. Natürlich werden in Sommernächten zum Theil andre am Himmel gesehen, als in Winternächten. Dieser Umstand erschwert die Kenntniß derselben.

Den 18 *) Fixsternen erster Größe hat man besondre Namen gegeben: Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Capella im Fuhrmann, Rigel und Beteigeuze im Orion, Wega in der Leyer, Aldebaran im Stier, Regulus und Denebola im großen Löwen, Kastor in den Zwillingen, Spica in der Jungfrau, Arcturus im Bootes, Antares im Skorpion, Athair im Adler, Fomalhaut (corrumpirt Fomahand) im südlichen Fisch, Alphard in der Wasserschlange, Akarnar im Eridanus, Kanopus im Schiffe **).

Von diesen werden die beiden letzten uns in unsern nördlichen Gegenden nicht sichtbar. In den Abendstunden des Monats Februar glänzen ihrer 13 zugleich am Himmel.

Manche Fixsterne gehören zu den sogenannten veränderlichen Sternen. Der helle Stern Algol im Meduſenhaupte am Schilde des Perseus erscheint innerhalb dreier Tage als Stern zweiter und vierter Große. Nachdem er 61 Stunden als Stern zweiter Größe geglänzt hat, nimmt sein Glanz plötzlich 4 Stunden lang ab, bis er als Stern vierter Größe erscheint; so bleibt er nur 18 Minuten; dann steigt sein Glanz wieder 4 Stunden lang, bis er die zweite Größe wieder erreicht hat. Die ganze Periode dauert 69 Stunden. — Der Stern Mira im Wallfisch wechselt in einem Zeitraume von 332 Tagen sein Licht so, daß er nach und nach als Stern erster bis zehnter Größe erscheint, folglich fast verschwindet. So verlor ein Stern, den Kepler beobachtete, und der im Jahre 1600 als Stern dritter Größe erschien, nach und nach sein Licht, so daß er 1621 unsichtbar wurde. Erst 1665 fand man ihn als Stern sechster Größe wieder, welche er jetzt noch hat. Athair im Adler war zu Ptolemäus Zeiten ein Stern dritter Größe, jetzt ist er ein Stern der ersten.

Manchmal erscheinen auch ganz neue Sterne, um nachher wieder zu verschwinden. Der sogenannte Stern des Tycho erschien 1572 in der Cassiopeia, übertraf an Glanz alle Sterne des Him-

*) 18 Fixsterne der ersten, 55 der zweiten, 197 der dritten, überhaupt in der folgenden Klasse 3 bis 3½mal so viel als in der nächst vorhergehenden.

**) Ueber den gestirnten Himmel sind 2 große Wandkarten erschienen: „Wandkarte des gestirnten Himmels von v. Kornatzki, Breslau bei Hentze; die nördliche und südliche Hemisphäre.“ 2 Rthlr.

mels, so daß man ihn bei Tage sah, und verschwand nach 2 Jahren wieder. Der Stern Kepler's wurde von ihm 1604 im Ophiuchus entdeckt, er glänzte als Stern dritter Größe und verschwand 1605 wieder. —

Auch die Farbe der Fixsterne scheint sich nicht immer gleich zu bleiben. Sirius wird von den Alten ein rother Stern genannt; jetzt ist er blendend weiß. Weiß sind gegenwärtig von den Sternen erster Größe noch: Wega, Denebola, Regulus und Spica; roth: Aldebaran, Arctur, Beteigeuze; gelb: Capella, Athair, Prokyon. Die zwei oder mehr Sterne, welche Doppelsterne (dreifache u. s. w.) bilden, glänzen auch nicht immer in denselben Farben. Struve hat unter den helleren gegen 600 in Bezug auf Farbe untersucht und unter ihnen gefunden:

375 Paare von gleicher Farbe (glänzend weiß, weiß, weißgelb, gelblich, gelb, goldfarbig, grün);
101 — von ähnlichen (verwandten) Farben (gelb und weiß, beide gelb, aber von verschiedenen Graden);
120 — von ganz verschiedenen Farben (gelb und blau, gelb und bläulich, grün und blau).

Am häufigsten ist der kleinere bläulich.

Merkwürdiger als die verschiedenen Erscheinungen an einzelnen Sternen ist die Veränderung der Lage der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik. Als die vor etwa 2000 Jahren lebenden Astronomen den Himmel beobachteten, erreichte die Sonne den Aequator des Himmels in dem Anfangspunkt der Sternbilder Widder und Wage; hier lagen also die Aequinoctialpunkte. Jetzt aber liegen diese Punkte ungefähr 30° rückwärts, im Anfange der Fische und Jungfrau, und sie ändern fort und fort regelmäßig langsam ihre Lage. Man nennt diese Erscheinung das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte, auch das Vorrücken (die Präcession) der Nachtgleichen, weil dadurch die Sterne vorwärts zu gehen scheinen. Der Frühlingspunkt ändert in solcher Weise ungefähr jährlich seine Lage um 52 Secunden; folglich braucht er, um die 360° = 1296000 Secunden zurückzulegen, etwa 25600 Jahre, eine Periode, welche das große Platonische Sonnenjahr genannt wird.

Ungeachtet der eben beschriebenen Veränderung der Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators hält man von ihnen aus

aus die alten Benennungen fest, rechnet das Zeichen des Widders von dem Frühlingspunkte aus u. s. w.; Zeichen und Sternbilder desselben Namens fallen also in dem Thierkreise nicht mehr zusammen, sondern jedes Zeichen desselben congruirt jetzt mit dem ehemals vorhergehenden Sternbilde, z. B. das Zeichen des Widders mit dem Sternbilde der Fische, das Zeichen der Wage mit dem Sternbilde der Jungfrau, das Zeichen des Krebses mit dem Sternbilde der Zwillinge u. s. w., was wohl zu merken ist.

Die Ursache der eben beschriebenen Erscheinung kann in einer veränderlichen Lage der Ekliptik, oder des Aequators oder beider liegen. Die Astronomen haben sie darin gefunden, daß nicht die Ekliptik, sondern der Aequator seine Lage ändert, obgleich er (mit einigen, aber innerhalb bestimmter Gränzen, zwischen $21\frac{1}{2}^0$ und $27\frac{1}{2}^0$, liegenden Veränderungen — weshalb die Klimate sich nicht wesentlich ändern werden) die Ekliptik immer unter demselben Winkel von $23\frac{1}{2}^0$, nur immer an andern Orten, durchschneidet. Die Endpunkte der Himmelsachse, der Nord- und Südpol, beschreiben nämlich Kreise um die unverrückbaren Pole der Ekliptik in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^0$ in etwa 25000 Jahren. Die Pole ändern folglich ihre Lage, und der nördliche Polarstern, in dessen Nähe (jetzt $1\frac{1}{2}^0$ davon) jetzt der Nordpol liegt, bleibt nicht immer Polarstern, wird es aber nach langer Periode wieder. Nach 12000 Jahren ist Wega in der Leyer nördlicher Polarstern. Die jetzt nördlichen Sternbilder des Thierkreises sind dann die südlichen. Die Ursache dieser Erscheinung müssen wir natürlich in der Erde suchen, weil die Himmelsachse abhängig ist von der Erdachse, und schon dadurch wird es wahrscheinlich, daß die Anziehungsverhältnisse der übrigen Himmelskörper, namentlich der Sonne und des Mondes auf das Erdellipsoid, die Erscheinung hervorrufen — was aber hier nicht weiter erklärt werden kann. Aber dieß werde noch bemerkt, daß aus der genannten Ursache die Periode der Jahreszeiten oder das tropische Jahr kürzer sein muß als die Periode des wahren Umlaufes oder das siderische Jahr — um $20\frac{1}{2}$ Minuten.

Wir schließen diese Bemerkungen mit den Worten eines Sternkundigen der Gegenwart (Littrow, die Wunder des Himmels, Band II., S. 395):

„Wir haben den Himmel und seine Wunder und in ihnen

den Abglanz der unendlichen Allmacht des Schöpfers in seinen Werken gesehen. Aber vermessen wir uns nicht, diese Werke auch schon nach ihrer ganzen Größe erkannt zu haben. Was wir sahen, so groß es auch erscheinen mag, ist doch vielleicht nur ein sehr kleiner Theil von dem, was noch keinem menschlichen Auge erreichbar war; ist nur der Vorhof des unendlichen Tempels der Natur, den noch kein Sterblicher, auch nicht mit den höchsten Mitteln der Kunst und Wissenschaft, durchdrungen hat, oder je durchdringen wird. Wer mag uns sagen, wie viele Welten noch jenseits von denen stehen, die wir, selbst durch unsere stärksten Teleskope, nur mehr als schwache, dämmernde Wolken erblicken? Es ist möglich, es ist sogar wahrscheinlich, daß wir die größten Himmelskörper noch gar nicht kennen, weil sie, wegen ihrer ungeheuern Masse, das Licht nicht mehr von ihrer Oberfläche ausströmen lassen. Vielleicht braucht dieses Licht, seiner entsetzlichen Geschwindigkeit ungeachtet, Jahrtausende, um von andern Gestirnen bis zu uns zu kommen; und vielleicht konnte es von vielen derselben seit der Zeit, die unsere Erde steht, noch nicht bis zu uns gelangen. Wer weiß es, ob auch nur zu Alexander's oder zu Moses' Zeiten dort oben Alles so gewesen ist, wie wir jetzt es sehen, oder ob, nach andern Jahrtausenden, der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken, so wie vielleicht andere Systeme eben so lange schon erloschen und in ihr Nichts zurückgekehrt sind, obgleich wir sie noch immer am Himmel glänzen sehen, bis endlich auch der letzte Strahl, den sie ausgesendet haben, zu uns gelangt. So sehen wir, wohin wir unsere Blicke wenden, Himmelskörper ohne Zahl, und selbst in jenen Fernen, wohin unsere Fernröhren nicht mehr dringen, selbst dort, wo alles Licht erlischt, wo auch das schärfste Auge nichts als Nacht erblicken würde — auch diese Räume sind höchst wahrscheinlich wieder von neuen Welten, von neuen Zeugen der Allmacht ihres Schöpfers erfüllt."

Zusatz.

Um dem Lernbegierigen das Auffinden der Sternbilder (die Kenntniß der Astrognosie) zu erleichtern, geben wir auf den Tafeln VI., VII. und VIII. kleine Sternkarten; auf Tafel VI. die Sternbilder der nördlichen, auf Tafel VII. die der südlichen Halbkugel, auf Tafel VIII. die Sternbilder um den Aequator herum.

Die Karten sind zwar klein, aber sie enthalten doch die meisten Sternbilder. Nur die Sterne erster bis vierter, und einzelne fünfter Größe sind aufgenommen, die zu einem Sternbilde gehörigen durch Linien (Allignement) verbunden *). Man thut wohl daran, die einzelnen Sternbilder in vergrößertem Maaßstabe zu zeichnen. Auf den Kärtchen tragen sie die Ziffern, mit welchen die Namen (auf S. 205 und 206) bezeichnet sind. Nr. 1 bis 12 sind die Sternbilder des Thierkreises. Damit die Kärtchen nicht allzu bunt würden, sind nicht alle 109 Sternbilder aufgenommen, sondern die kleineren weggelassen; doch stehen die Ziffern an der Stelle, wo die ausgelassenen Sternbilder stehen.

Von einem aus lernt man die übrigen kennen. Dieses eine ist der große Bär oder Wagen am Himmel, den Jedermann kennt. Nur muß man bedenken, daß derselbe, wie jedes Sternbild, von Stunde zu Stunde seine Stellung ändert, daß er also in einem Tage um 10 Uhr Abends an einem andern Orte steht als um 6 Uhr an demselben Tage. Ferner, daß er am 23. September Abends um 6 Uhr die ganz entgegengesetzte Richtung von dem Beobachter hat, als am 21. März um 6 Uhr Abends. Beide Umstände sind ganz natürlich, erschweren aber dem Anfänger das Auffinden der Sternbilder an jedem Tage zu jeder Stunde der Nacht. Fortgesetzte Beobachtung überwindet aber auch hier alle Schwierigkeiten **).

---

*) Statt der Bilder, welche die Alten an dem Himmel erblickten, geben wir nur das Allignement. Nicht, als wenn das Erschauen dieser Bilder nicht interessant wäre; aber sie erschweren, weil sie Fictionen der Einbildungskraft sind, dem Anfänger das Auffinden. Außerdem sind wir Nordländer: der Verstand herrscht vor und durch ihn die Richtung auf das Naturwahre ohne Einkleidung und Schminke.

**) Ich kenne Lehrer, denen nie ein Sternbild von einem Andern gezeigt worden ist, die ihre Kenntniß der Astrognosie einzig dem Gebrauch der Him-

Die Linien, welche auf den Sternkärtchen durch die Pole gezogen sind, und auf der Peripherie, die den Aequator vorstellt, senkrecht stehen, stellen Kreise vor. Die Pole sind also durch Halbkreise mit einander verbunden; jedes Kärtchen zeigt nur deren Hälften, vom Pol bis zum Aequator (Quadranten), und zwar Tafel VI. die nördlichen, Tafel VII. die südlichen Quadranten. Die Sterne, welche in demselben Halbkreise stehen, gehen in demselben Augenblicke durch den Meridian eines Ortes.

Sterne, welche in verschiedenen Halbkreisen stehen, gehen zu verschiedenen Zeiten durch den Meridian, und zwar so, daß eine gegenseitige Entfernung der Halbkreise von 15° (gemessen auf dem Aequator) in der Culmination einen Zeitunterschied von 1 Sternstunde hervorbringt; ein Halbkreis, der 15° östlich von einem andern liegt, geht 1 Stunde später durch den Meridian als dieser erste. Nimmt man nun einen dieser Halbkreise als Ausgangskreis an, und merkt die Zeit, wann er durch den Meridian geht, so kann man die Zeit (Stunde) im voraus berechnen, wann irgend ein Stern durch den Meridian geht, wenn man nur die Bogenentfernung des Halbkreises, in welchem er liegt, von jenem Ausgangshalbkreise kennt.

---

melskarten und Globen und (natürlich) der Beobachtung verdanken. Eine auf solche Art selbst-, folglich mühsam erworbene, aber darum auch unverlierbare Kenntniß macht einem bleibend Vergnügen, und man erneuert sie im Bewußtsein mit stets neuer Freude.

Unbegreiflich ist dagegen manche Erscheinung von Stumpfsinn.

Auf einer meiner Schulreisen brachte ich eine Sommernacht bei einem Lehrer zu, dessen Schule und Wohnhaus auf einer freien Anhöhe lag. Wir saßen in erquicklichster Kühle bis gegen Mitternacht im Freien. Unwillkürlich fiel der Blick auf den in prachtvollster Erscheinung glänzenden Sternenhimmel. Mein Gastwirth hatte mir vorher erzählt, daß er sich oft, wie gerade eben jetzt, zur Zeit des Feierabends im Freien erlabe. Was wußte der gute Mann von den Sternen? Er kannte — den „großen Himmelswagen", wie er ihn nannte, und er erinnerte sich, daß ihm einmal ein Quidam auch den „kleinen Himmelswagen" gezeigt habe. Er konnte ihn aber nicht mehr finden. Von allem Uebrigen rein nichts. — Mit solchem Stumpfsinn vergleiche man die Scharfsichtigkeit und den Spürsinn eines Wilden der nordamerikanischen Wälder und Hochebenen, oder die Aufmerksamkeit eines alten chaldäischen Hirten! — Weiß man ja nicht einmal gewiß, ob sich nicht die Zugvögel oder selbst die Zugfische nach den Sternen richten.

Z. B. Man weiß, daß der Ausgangshalbkreis um 12 Uhr Nachts durch den Meridian geht, so findet man, daß ein Stern, dessen Halbkreis 30° östlich von dem Ausgangshalbkreise liegt,

2 Stunden später, also ungefähr um 2 Uhr Morgens culminirt;

dagegen ein Stern, dessen Halbkreis 30° westlich von dem Ausgangshalbkreise liegt,

2 Stunden früher, also ungefähr um 10 Uhr Abends culminirt.

Aus diesem Grunde heißen diese Halbkreise, von 15° zu 15° vom Ausgangshalbkreis an gerechnet, Stundenkreise. Es giebt deren daher $\frac{360^\circ}{15^\circ} = 24$.

Der Anfangsstundenkreis wird nun durch den Frühlingsäquinoctialpunkt gelegt, d. h. durch den Durchschnittspunkt der Ekliptik und des Aequators im Anfangspunkt des Zeichens des Widders. Derselbe geht durch 0°; denn hier beginnt die Zählung *). Auf dem ersten der äußeren Kreise stehen die Grade verzeichnet, von 0° oder 360°, dem Frühlingsäquinoctialpunkte an, von 15 zu 15°. Auf dem zweiten der äußeren Kreise stehen die Stunden I, II, III, und so fort bis XXIV.

In dem Augenblicke, in welchem dieser Anfangsstundenkreis durch den Meridian eines Ortes geht, beginnt daselbst (für den Astronomen) der Sterntag, was, wie früher angegeben, nach mittlerer Zeit jeden folgenden Tag um etwa 4 Minuten früher geschieht als am vorhergehenden Tage. Nur an einem Tage, nämlich am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, fällt der Anfangspunkt des Sterntages mit dem Anfange des Sonnen-

---

*) Seine Verlängerung geht durch den Punkt der Herbst-Tag- und Nachtgleiche. Er heißt auch der Kolur der Tag- und Nachtgleichen; der 90° davon entfernte Stundenkreis, welcher durch die Punkte der Sonnenwenden geht, heißt der Kolur der Sonnenwenden. (Das Wort Kolur stammt aus dem Griechischen, heißt eigentlich (nach Kepler) verstümmelter Schwanz, und danach jene Kreise deswegen so, weil wir den unteren (dem Südpole zugekehrten) Theil derselben (den Schwanz) nie sehen (?).

tages zusammen. Das Weitere ist aus folgender Zusammenstellung zu ersehen:

Anfang des Sterntages

am	22. September	12 Uhr	Mitternachts,
—	6. October	11 —	Abends,
—	21. —	10 —	—
—	5. November	9 —	—
—	21. —	8 —	—
—	6. December	7 —	—
—	21. —	6 —	—
—	5. Januar	5 —	Nachmittags,
—	21. —	4 —	—
—	5. Februar	3 —	—
—	20. —	2 —	—
—	7. März	1 —	—
—	22. —	12 —	Mittags,
—	6. April	11 —	Vormittags,
—	21. —	10 —	—
—	6. Mai	9 —	—
—	22. —	8 —	—
—	7. Juni	7 —	—
—	21. —	6 —	—
—	6. Juli	5 —	Morgens,
—	22. —	4 —	—
—	6. August	3 —	—
—	21. —	2 —	—
—	5. September	1 —	—

Dieses Verzeichniß ist in so fern wichtig, weil man, wenn einmal die Lage des Anfangsstundenkreises bekannt ist, aus ihm ersehen kann, zu welcher Zeit ein andrer Stundenkreis, dessen Entfernung vom ersten man kennt, culminirt.

Die Entfernung eines Sternes vom Anfangsstundenkreis in Graden des Aequators oder eines Parallelkreises, nennt man seine gerade Aufsteigung (Rectascension), seine Entfernung vom Aequator, in Graden des Stundenkreises, seine Abweichung (Declination) *). Jene findet man durch die Zeit, welche von der

*) Dieselben Größen heißen auf der Erde bekanntlich geographische

Durchgangszeit des Anfangsstundenkreises durch den Meridian bis zu der Zeit, wo der Stern culminirt, vergeht, diese durch Messung mit einem Instrument. Kennt man die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns, so weiß man seine Stelle am Himmel und folglich auch auf einem Globus und einer Sternkarte.

Auf der dritten Sternkarte, welche den Thierkreis mit den angränzenden Sternbildern enthält, sind auch die 24 Stundenkreise verzeichnet.

Durch die Kärtchen kann man, in Verbindung mit jenem Sternzeit-Verzeichniß, sogleich erkennen, welche Sterne an einem bestimmten Tage zu einer gewissen Stunde culminiren.

Gesetzt z. B., wir wollten dieses für den 21. October um 11 Uhr Abends wissen. Aus dem Verzeichniß ersehen wir, daß an diesem Tage der Anfangsstundenkreis um 10 Uhr den Meridian passirt hat. Um 11 Uhr ist eine Stunde verflossen, folglich liegt alsdann der erste Stundenkreis (I) in dem Meridian. Weiß man dieses, so weiß man auch, welche Sterne gegen Süden stehen und alles Andere. Denn 180° des Aequators sind immer über dem Horizonte, also 6 Stundenkreise rechts und 6 links vom Meridian.

Man kann sich auch helfen, wie folgt.

Wenn man weiß (und dieß muß man wissen), in welchem Zeichen des Thierkreises die Sonne an einem bestimmten Tage steht, so weiß man auch, welche Sternbilder Mittags und Mitternachts culminiren und alles Andre. Nämlich z. B. so: Gesetzt, wir wollten am 6. Februar, Abends 8 Uhr, die Sterne beobachten.

Seit dem 20. Januar steht die Sonne im Zeichen des Wassermanns, also in dem Sternbild des Steinbocks. Der Steinbock culminirt also mit der Sonne. Das dem Steinbock gerade gegenüberliegende Sternbild ist der Krebs. Dieser culminirt also Mitternachts. 4 Stunden früher, um 8 Uhr, standen, da in jeder Stunde etwa ein Sternbild den Meridian passirt, die Fische im Meridian. Folglich sind um diese Zeit ungefähr die drei vorher-

---

Länge und Breite; nördliche und südliche Breite, wie nördliche und südliche Abweichung oder Declination.

gehenden und die drei folgenden Sternbilder des Thierkreises zugleich über dem Horizonte, und welche andere außerhalb des Thierkreises mit ihnen, das lehrt die Karte u. s. w.

Nun beschreiben wir noch kurz die Hauptsternbilder mit Bemerkungen über ihren Inhalt und ihre gegenseitige Stellung.

Die Sterne, welche auf Tafel VI. innerhalb des in einer Entfernung von $52\frac{1}{2}^0$ vom Nordpole entfernten Kreises stehen, gehen für Berlin nie unter, bleiben stets über dem Horizonte von Berlin, und sind also Circumpolarsterne für Berlin. Die Sterne, welche auf Tafel VII. innerhalb des ähnlichen Kreises stehen, gehen für Berlin nie auf.

Das Auffinden der Sternbilder selbst fangen wir, wie gesagt (von dem Bekannten ausgehend), mit dem großen Bären oder Wagen an (Nr. 18).

Er ist kenntlich an 7 Sternen, von welchen 6 zur zweiten und einer zur dritten Größe gehören. Die 4 des Vierecks bilden die vier Räder, die 3 übrigen die Deichsel des großen Wagens. Der mittlere der Deichsel heißt Mizar und hat dicht neben sich ein kleines Sternchen, Alcor oder das Reiterlein, das nur von guten Augen gesehen wird.

Verbindet man die Hinterräder des Wagens durch eine gerade Linie, und verlängert sie in Gedanken nach oben, so trifft sie auf einen Stern zweiter Größe, den Polarstern, den letzten im Schwanze des kleinen Bären, oder den letzten der Deichsel des kleinen Wagens (Nr. 19).

Fast um ihn herum windet sich der Drache (Nr. 24).

So fährt man fort, bis man sie kennt. Es ist nicht ohne Mühe; aber diese Mühe muß man sich nicht verdrießen lassen.

Wir bemerken noch Einzelnes.

Die Verlängerung der Deichsel des großen Wagens stößt auf den Bootes (Nr. 20) mit dem Arctur, einem röthlich funkelnden Stern der ersten Größe. Bootes oder Rinderhirt oder Bärenhüter.

Auf beiden Seiten desselben stehen die nördliche Krone (Nr. 31), ein Kranz von kleinen Sternen mit dem Edelstein derselben, Gemma, und das Haupthaar der Berenice (Nr. 50). Zwischen der nördlichen Krone und der Deichsel

des großen Wagens stehen die Jagdhunde mit dem Herz Carl's II. (Nr. 60 und 61).

So fortfahrend wird sich der aufmerksame Beschauer zurecht finden.

VII. Messung und Berechnung der Entfernungen auf der Erde und am Himmel.

Zu wissen, wie weit die Himmelskörper von uns und von einander entfernt sind, ist interessant an und für sich; aber fast noch interessanter ist es, zu erfahren, wie der Mensch es gemacht hat, um dahinter zu kommen. Denn auf den ersten Blick scheint es eine reine Unmöglichkeit. Der gesunde Menschenverstand hat daher auch von je her an der Möglichkeit gezweifelt. Darum wollen wir den Versuch machen, ob es uns gelingt, dem Leser (ohne streng mathematische Vorkenntnisse) einen Begriff davon zu geben, die Methode, die dahin führt, anschaulich zu machen.

Will man die Entfernung zweier Punkte auf der Erdoberfläche von einander bestimmen, so kann man dieselbe in manchen Fällen unmittelbar messen, indem man von dem einen Punkte zum andern eine Schnur spannt und diese mit einem angenommenen Grundmaaße, z. B. dem preußischen Fuße, mißt. Natürlich geht dieß in den meisten Fällen nicht an. Alsdann verfährt man so. Man mißt irgend eine gerade Linie (eine Basis) unmittelbar, auf möglichst ebenem Boden, einer geraden Chaussee z. B., dann mit einem Winkelinstrumente (einem Theodolithen z. B.) den Winkel, welchen diese gerade Linie mit einer geraden Linie macht, die man nach einem entfernten Thurme hin zieht (visirt). Eben so mißt man an dem andern Ende der Basis den Winkel, welchen die Basis mit der von da aus nach demselben Thurme hin visirten Linie bildet. AB (Fig. 42) sei die gemessene Basis $=2400'$, Winkel A $=60^{\circ}$, Winkel B $=80^{\circ}$. Mit diesen auf

dem Felde gefundenen Bestimmungen begiebt man sich nach Hause. Dort zieht man auf dem Papiere eine gerade Linie ab, welche die Basis, 2400', vorstellen soll. An ihre Enden legt man mit einem Transporteur, so genau als möglich, Winkel von 60° und 80° und verlängert die Schenkel, bis sie sich in c schneiden, faßt nun die Längen ac, ab zwischen die Spitzen des Cirkels (Cirkelinstrumentes) und trägt sie auf den angenommenen Maaßstab auf, d. h. untersucht, wie lang ac und ab sind, wenn ab = 2400' ist. Daraus erhellet, daß man mittelbar Entfernungen bestimmen kann, wenn man in einem Triangel eine Seite und die beiden daran liegenden Winkel kennt. Die Mathematiker verstehen das viel genauer zu machen, als es eben angegeben worden; statt ac und ab zu messen, berechnen sie dieselben. Aber die 3 Stücke, mit welchen sie rechnen, sind auf die beschriebene Art gefunden worden. Resultat: eine Basis und 2 Winkel eines Triangels reichen hin, um weiter zu operiren. Jede der gefundenen Längen AC und BC kann wieder als eine neue Basis angenommen werden, an deren Enden man Winkel mißt, und so begreift der Leser leicht, wie man die Entfernungen sämmtlicher Thürme, Bergspitzen u. s. w. eines ganzen Landes bestimmen und eine genaue Landkarte verfertigen kann. Es geschieht durch Triangulation oder ein Dreiecknetz, in welchem nur eine einzige Basis unmittelbar gemessen zu werden braucht; außerdem Winkel. Diese leichte Vorstellung eröffnet dem Blick die Möglichkeit, in das Weltall hinein zu messen. Der Astronom thut es wirklich; der gebildete Mensch begleitet ihn in Gedanken, die Methode erkennend, deren sich jener bedient. Dem Scharfsinne der Menschen ist unmöglich Scheinendes möglich geworden. Mit der Bildung verengert sich der Kreis der vorgestellten Möglichkeiten. Ein ungebildeter Mensch denkt (denkt?) Allerhand, was der gebildete nicht mehr denken kann (z. B. Gespenster, Aufhebung der Naturgesetze ꝛc.); dagegen aber erweitert sich des Gebildeten Vorstellungskreis auch wieder, indem er die Gedanken der Gelehrten nachdenkt, die sich dem Kreis des gemeinen, wenn auch darum nicht ungesunden Menschenverstandes entziehen. Den geistigen Blick erweitern ist ein göttliches Vergnügen, ist Nahrung des Geistes.

Auf die angegebene Weise hat man die Entfernungen der Hauptpunkte fast aller Länder Europa's, auch vieler in Nord-

und Südamerika, am Cap der guten Hoffnung und in Ostindien bestimmt. Der preußische Generalstab hat ganz Preußen mit einem Dreiecknetz überzogen, und dasselbe mit denen der angränzenden Länder in Verbindung gebracht. Die Franzosen sind auch in diesem Punkte andern Nationen vorangeschritten. Diese Messungen haben dazu gedient, den Umfang der Erde selbst zu bestimmen. Derselbe wird gefunden, wenn man nur die Größe einiger Grade kennt. (Siehe oben!) Man verlängert an zwei Orten die freihängenden Bleilothe bis zum Himmel zu gewissen Sternen und mißt den Winkel, den die Linien, nach diesen Sternen gezogen, mit einander machen. Dieser Winkel ist auf der ganzen Erde derselbe, welchen jene von den beiden Orten nach dem Mittelpunkt der Erde in Gedanken verlängerten Lothlinien mit einander machen (woraus die ungeheure Entfernung der Fixsterne folgt). Alsdann kennt man die Entfernung jener beiden Orte in Graden (Gradmessung); ihre wirkliche Entfernung (in Fuß, Meilen ꝛc.) kennt man durch Triangulation (geographische Ortsbestimmung) auch; durch Beides den Umfang der Erde, durch ihn den Halbmesser derselben und alles Uebrige an dem Erdkörper, Oberfläche und cubischen Raum. Wie schon an andern Orten angegeben, hat man durch diese Gradmessungen die Erde als ein Ellipsoid kennen gelernt. Der Unterschied ihres größten und kleinsten Durchmessers wurde oben zu 6 Meilen ungefähr angenommen. (Genauer $5\frac{2}{15}$ preußische Meilen, die preußische Meile zu 2000 Ruthen gerechnet, indem nach Bessel der Durchmesser des Aequators $1693\frac{1}{3}$, die Achse $1687\frac{3}{5}$ preußische Meilen lang ist. Die Sicherheit dieser Messungen ist so groß, daß man den Halbmesser der Erde so genau kennt, daß der Fehler nicht $\frac{1}{25}$ einer Meile, also nicht 1000 Fuß, d. h. nicht die Länge des Gens-d'armenmarktes in Berlin beträgt.) Aus dem Bisherigen begreift man, wie man die Entfernung je zweier Punkte auf der Erde bestimmen kann, ohne sie durch ein Dreiecknetz mit einander verbinden zu müssen. Man bestimmt zwei Sterne, welche durch die Zenithe der beiden Orte gehen, mißt den Winkel, welchen die zu ihnen gezogenen Linien mit einander machen, so hat man den Winkel der Lothlinien der beiden Orte am Centrum der Erde, und damit deren Entfernung in Graden und folglich in Meilen. So bestimmt der Schiffer auf dem Meere den Punkt, auf dem

er sich befindet. Er holt die Bestimmung vom Himmel herab; erst astronomisch, dann geographisch. So gewinnt man eine lange Basis, von der aus man nun in den Himmel hinein operirt. Auf diese Art hat man die Winkel bestimmt, welche die von Berlin (oder Stockholm) und dem Cap der guten Hoffnung nach dem Mittelpunkte des Mondes gezogenen Linien mit der Basis von Berlin (oder Stockholm) nach dem Cap machen. Dieses ist schon ein sehr großer Triangel. Durch ihn hat man gefunden, daß der Mond im Mittel 60 (genauer $60\frac{1}{4}$) Halbmesser des Erdäquators von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist, $51025\frac{3}{4}$ preußische Meilen, den Halbmesser des Erdäquators zu $846\frac{2}{3}$ preußischen Meilen angenommen. Die Genauigkeit dieser natürlich oft wiederholten Rechnung ist so groß, daß der Fehler nicht 9 Meilen betragen kann, indem die Unsicherheit der Kenntniß des Erdhalbmessers nicht $\frac{1}{6000}$ betragen kann.

Kennt man einmal die Entfernung *eines* Himmelskörpers, z. B. des Mondes, von der Erde, so kann man diese Entfernung wieder als neue Basis benutzen, und so *begreift* man (worauf es *hier* allein ankommt), wie man weiter in den Himmel hinein messen kann. Steht der Mond z. B. im Viertel, so bilden die geraden Linien, in Gedanken von der Erde und der Sonne nach dem Monde gezogen, daselbst einen rechten Winkel (90^0), und man braucht nur noch den Winkel zu messen, welchen die beiden geraden Linien, von der Erde nach Sonne und Mond gezogen, mit einander machen: so hat man wieder einen Triangel, in welchem eine Seite nnd die Winkel bekannt sind u. s. w.

Hier könnten wir schließen. Um aber dem wißbegierigen Leser, der noch weiter zu folgen Lust hat, den ferneren Verlauf der Sache etwas genauer vor die Augen zu führen, setzen wir die Betrachtung fort.

So richtig die bezeichnete Methode für alle Entfernungen in *theoretischer* Hinsicht ist, so hört ihre Anwendung doch *praktisch* mit dem Monde auf. Denn wenn die Basis sehr klein wird gegen die Entfernung eines Punktes von ihr, so machen die von ihren Endpunkten nach ihm gezogenen Linien an demselben einen so spitzen Winkel, daß der Punkt, in dem sie sich schneiden, nicht mehr mit Genauigkeit bestimmt werden kann. Man weiß dann nicht genau, ob sich die langen, nahe an einander hin lau-

fenden Linien gekreuzt haben, oder nicht. Darum denkt man darauf, diesen Winkel selbst zu bestimmen. Wäre der Beobachter in diesem Winkelpunkte, so hätte die Sache keine Schwierigkeit. Denn unsre Winkelinstrumente sind so fein, daß sie, selbst wenn die Entfernung 100000mal so groß wäre als die Basis, noch eine gute Bestimmung zulassen. Da jenes aber nicht möglich ist, so muß man diesen Winkel aus der Größe der beiden an der Basis auf der Erde gemessenen Winkel erschließen (die Summe aller Winkel eines Dreiecks ist $=180^0$); aber die beiden Winkel an der Erdbasis, in verschiedenen Klimaten, von verschiedenen Beobachtern u. s. w. gemessen, geben keine hinreichende Sicherheit mehr, wenn bloß der verhältnißmäßig sehr kleine Durchmesser der Erde als Basis angenommen werden muß. Man sucht daher eine größere Grundlinie. Diese hat man in dem Halbmesser der Erdbahn, dieselbe als Kreis angenommen, was hier hinreicht. Das Jahr hat eine unveränderliche Länge. Darum kennt man aus der Zeit, welche während des Laufes der Erde von einem Punkte zu einem andern verflossen ist, die Länge des Bogens ihrer Bahn, den sie in dieser Zeit durchschritten hat, und nun mißt man die Winkel, welche die Linien, von den Endpunkten dieser Grundlinie nach einem andern Punkte des Himmels gezogen, mit der Basis machen. Dieses geht nicht so leicht, als es hier gesagt wird; aber man sieht ein, daß es geht. Mancherlei Schwierigkeiten fallen dem Leser von selbst ein: Die Erde ist zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Punkten — die Planeten ändern während dieser Zeit ihre Stellung u. s. w. Aber schon Kepler hob die letztere, die Hauptschwierigkeit. Aus Beobachtungen bestimmte er, ohne die Entfernung der Planeten zu kennen, die Umlaufszeit, und dadurch konnte er bestimmen, wann ein Planet genau wieder an demselben Punkte angekommen war, den er früher eingenommen hatte. So wußte man, wann die Erde, wann der Mars z. B. wieder an demselben Punkte stand u. s. w. In solcher Weise berechnete schon Kepler das Verhältniß der Entfernungen aller damals bekannten Planeten von der Sonne, die Entfernung der Erde von der Sonne als Maaßstab angenommen. Diese Verhältnisse sind keine ungeheuern; die Entfernung des entferntesten der Planeten von der Sonne, des Uranus, ist nur das 20 ($19\frac{1}{6}$) fache der Entfernung der Erde von der Sonne.

Aber damit kannte man die Entfernungen der Planeten von der Sonne noch nicht in Meilen. Diese Bestimmung machte der große Astronom Halley.

Venus und Mercur gehen zu gewissen Zeiten vor der Sonne her, gehen scheinbar als schwarze Punkte durch die Sonnenscheibe, von der linken Seite her, was mehrere Stunden dauert. So sah man z. B. im Jahr 1832 am 5. Mai in Berlin den Mercur vor der Sonnenscheibe her gehen; 1845 wird es wieder der Fall sein.

Angenommen: die Venus gehe mitten durch die Sonnenscheibe — die Erde stehe während dieser Zeit still (eine Correction wird dadurch nöthig) — zwei Astronomen, links und rechts, ost- und westwärts von einander stehend, erwarten mit genau gehenden Uhren den merkwürdigen Vorgang; der Beobachter links wird die Erscheinung zuerst wahrnehmen, zuerst die Mittelpunkte beider Körper auf einander treffen sehen. Der Beobachter rechts hat dieselbe Erscheinung später. Vergleicht man diese verschiedenen Zeiten mit einander, so hat man die Zeit, welche die Venus gebraucht hat, um an dem Orte ihrer Bahn den Winkel zu durchlaufen, welchen die Gesichtslinien der beiden Beobachter von links und rechts, nach der Venus gezogen, mit einander machen. Vergleicht man ferner diese Zeit mit der Umlaufszeit der Venus, so hat man den Bogen, den Venus in jener Zeit zurücklegte und dadurch die Größe des Winkels beider Gesichtslinien selbst. Damit ist das Problem gelöset. (Aus ihm findet man die Größe des Winkels, unter welchem zwei Berührungslinien, aus den Endpunkten eines Erddurchmessers nach dem Mittelpunkte der Sonne gezogen, mit einander machen, die sogenannte Parallaxe der Sonne oder der Erde, welche zur Bestimmung der Entfernung hinreicht.) Die Venus ist dazu allein brauchbar; der Mercur ist zu weit entfernt, der Winkel darum zu klein. So hat der Durchgang der Venus durch die Sonne uns die Kenntniß der Entfernung der Erde von der Sonne geliefert. Leider ist das Phänomen sehr selten; es wird erst 1874 den 9. December Morgens 5 Uhr, also zu sehr ungünstiger Jahres- und Tageszeit, wieder beobachtet werden. Es pflegt höchstens in 105 Jahren wiederzukehren, dann aber 8 Jahre später sich zu wiederholen. Die Durchgänge im vorigen Jahrhundert geschahen im Juni 1761 und 1769. Damals sandten die Fürsten Europa's Beobachter nach den entfern-

testen Punkten der Erde, damit die seltnen Erscheinungen möglichst genau beobachtet würden. Aus ihnen hat man entnommen, daß die Entfernung der Sonne von der Erde 24065 Erdhalbmesser beträgt, welche Zahl bis auf $\frac{1}{232}$ als genau angesehen werden kann. In preußischen Meilen 20,375,000 Meilen; die Gränzen, innerhalb welcher der wahre Werth liegt, sind 20,287,000 und 20,463,000 Meilen. Das Jahr 1874 wird die Gränzen enger ziehen. Aus dieser Entfernung läßt sich leicht berechnen, wie groß die Erde einem Menschenauge auf der Sonne erscheinen müßte; etwa so wie eine Kugel von 2 Fuß Durchmesser in einer Entfernung von einer Meile erscheint, d. h. wie der Knopf eines Kirchthurms *).

Mit der Entfernung der Erde von der Sonne ist die Basis für alle weiteren Messungen im Weltall gefunden, zunächst der Planeten, deren entferntester, Uranus, sich 391 Millionen Meilen von der Sonne um sie dreht.

Aber von der Bestimmung der Entfernung der Planeten bis zu der der Fixsterne war noch ein großer Schritt. Mit Sicherheit ist er noch nicht gethan. Aber er ist vorbereitet.

Trotz der unermüdetesten Anstrengungen von Seiten der Astronomen, trotz der Vollkommenheit der Winkelinstrumente u. s. w., war man doch nicht im Stande, den Winkel zu bestimmen, welchen die von den Endpunkten des Durchmessers der Erdbahn, also von einer Basis von 40 Millionen Meilen aus, nach einem Fixsterne gezogenen geraden Linien (die Parallaxe der Fixsterne) machten; der Winkel war zu klein, die Gesichtslinien schienen parallel zu laufen. So viel brachte man heraus, daß man den Winkel, wenn er nur 2 Sekunden betrage, würde gefunden haben. Daraus ließ sich die kleinste Entfernung erschließen, welche ein Fixstern haben konnte, eine Gränze, die innere; d. h. er kann nicht näher sein als 206265 Halbmesser der Erdbahn, in runder Zahl 200000 Sonnenweiten, d. h. 200000×20 Millionen = 4 Billionen Meilen.

Nun forschte man nach der äußeren Gränze, besonders

---

*) Enke, über die Bestimmung der Entfernungen im Weltgebäude. Berlin, 1842, bei Besser. (S. 29.)

Struve in Petersburg, Bessel in Königsberg. Geben wir von ihrem Verfahren eine Vorstellung!

Gesetzt, unser Auge befinde sich in der Verlängerung der geraden Linie, welche 2 Gegenstände mit einander verbindet, wir sähen z. B. 2 Thürme gerade hinter einander (etwa wie die zwei Gensd'armen-Thürme in Berlin von der Hasenhaide aus). Wir behalten sie fest im Auge und bewegen uns rechts oder links: woran werden wir merken, welcher Thurm der nähere, welcher der entferntere ist? Antwort: Derjenige, welcher sich nach der entgegengesetzten Seite zu bewegen scheint (zur Linken, wenn wir zur Rechten gehen und umgekehrt) ist der nähere; derjenige, welcher sich nach derselben Seite zu bewegen scheint, ist der entferntere. Begriffen? —

Die Thürme sind zwei hinter oder ganz nahe bei einander stehende Sterne (sogenannte optische Doppelsterne). Ist einer von denselben sehr hell, der andre sehr schwach, so ist die Voraussetzung wahrscheinlich: der schwache ist viel weiter entfernt als der hellglänzende. Solche Doppelsterne sind Wega in der Leyer, Nr. 61 im Schwan. Jenen nahm Struve, diesen Bessel auf's Korn. Innerhalb eines halben Jahres befindet sich die Erde an entgegengesetzten Punkten eines Erdbahn-Durchmessers, die 40 Millionen Meilen von einander abstehen. Dieß ist die rechts oder links gehende Bewegung. Resultat der Beobachtungen: Die schwachen Sterne der genannten Doppelsterne folgten der Erde, gingen nach derselben Seite (die hellen Sterne gelten als Ausgangspunkte). Folglich sind diese beiden schwachen Sterne weiter entfernt als die hellen, zu denen sie gehören.

Gesetzt nun, die schwachen sind so entfernt als möglich, d. h. die nach ihnen von entgegengesetzten Punkten der Erdbahn gezogenen Linien laufen parallel: so ist die Stellungs- oder Winkeländerung, welche durch die Bewegung der Erde zwischen beiden Sternen wahrgenommen wird, der Winkel, unter welchem sich die Linien, von den entferntesten Stellungen der Erde nach dem hellen Sterne gezogen, schneiden, und daraus läßt sich, wie wir gesehen, die Entfernung des hellen Sternes bestimmen. Unter jener Annahme erhält man den kleinsten Winkel, folglich die größte Entfernung; denn kleiner als Null Grad (der Winkel von Parallellinien) kann ein Winkel nicht sein. Dadurch erhält

man

man also eine obere oder äußere Gränze, über welche hinaus der helle Stern nicht liegen kann. Mit jener unteren Gränze verbunden, hat man so den Raum, innerhalb welches der bestimmte Fixstern stehen muß. Bessel's Beobachtungen und Rechnungen geben 657700 Halbmesser der Erdbahn, mit einer Unsicherheit von $\frac{1}{15}$ des Ganzen. Struve's Resultat ist demselben ähnlich. In Meilen macht jenes für Nr. 61 im Schwan 13 Billionen 400000 Meilen. Des genannten Sternes Entfernung liegt folglich zwischen 8 und 14 Billionen Meilen. So viel weiß man jetzt, aus einfacher, aber mathematischer Betrachtungsweise. Die Nachwelt wird mehr davon wissen *). Das Licht gebraucht, um einen Weg von 12 Billionen Meilen zurückzulegen, 9 Jahre und 3 Monate. Den kleinsten Fixsternen, welche Struve noch deutlich in seinem Fernrohre erkennen konnte, giebt er, wenn die Lichtstärke oder -schwäche einen Maaßstab für die Weite abgiebt, eine Entfernung von 5000 Billionen Meilen, eine Länge, welche von dem Lichte in 4 Jahrtausenden durchlaufen werden würde.

Herschel der Aeltere schätzte die Zahl der Fixsterne in der Milchstraße auf 18 Millionen. Nehmen wir an, daß der übrigen am ganzen Himmel zerstreuten noch 12 Millionen sind, so giebt dieß 30 Millionen Sonnen, durch Fernen getrennt, welche, so viel wir wissen, selbst für die einander nächsten in Billionen Meilen ausgedrückt werden müssen. —

Mit Recht staunt man über diese Entfernungen, keine Phantasie ermißt sie. Wir nennen Zahlen; aber es fehlt alle unmittelbare Anschauung. Durch sie kennen wir die Länge eines Fußes, einer Meile oder mehrerer. Viel darüber hinaus geht unser Vorstellungsvermögen nicht. Die bekannten Maaßstäbe verlassen uns. Wir reden dann von Erdhalbmessern, dem Halbmesser der Mond- oder Erdbahn, Erdbahn-Durchmesser, Uranusbahn-Durchmesser, Fixstern- (Sirius-) Weiten. Und dann? — In Zahlen liegt

*) Die oben geschilderte Methode ist nur anwendbar bei optischen Doppelsternen. Bei ihnen nur läßt sich die obere und untere Gränze der Entfernung bestimmen; bei allen übrigen Fixsternen (Nicht-Doppelsternen) nur die untere Gränze.

das Wunderbare nicht *). Wäre die Welt nur eine Spanne groß, wäre sie weniger bewunderungswürdig? — Bewunderungswürdig ist auch der Menschengeist.

VIII. Von der Zeit und dem Kalender.

1. Die Zeit, welche verschwindet von dem Durchgange eines Fixsterns durch den Meridian eines Ortes bis zum nächsten Durchgang desselben Sterns, nennt man einen Tag, einen Sterntag. In dieser Zeit, welche sich stets vollkommen gleich bleibt, hat sich die Erde einmal um ihre Achse gedreht. Theilt man diesen Tag in 24 gleiche Theile, so heißt jeder Theil eine Stunde, der 60ste Theil einer Stunde eine Minute, der 60ste Theil einer Minute eine Secunde, Alles Sternzeit.

Denkt man sich den Meridian eines Ortes fest, so bewegen sich in 24 Stunden alle 360 Grade des Aequators und des Parallelkreises, auf welchem der Ort liegt, in 24 Stunden Sternzeit durch den Meridian, in einer Stunde also $\frac{360^0}{24}=15^0$; folglich 1^0 in 4 Minuten.

2. Mit der Sternzeit stimmt die Sonnenzeit nicht überein. Da sich nämlich die Erde nicht bloß von West gegen Ost um die Achse, sondern auch in derselben Richtung um die Sonne dreht, so ist die Zeit zwischen einem Durchgang der Sonne durch den Meridian eines Ortes und dem nächstfolgenden Durchgang, d. h. ein wahrer Sonnentag, etwas länger als ein Sterntag.

3. Die Erde bewegt sich aber nicht gleichmäßig in ihrer elliptischen Bahn um die Sonne, in der Sonnennähe schneller als in der Sonnenferne, und die Ekliptik hat eine schiefe Lage gegen den Aequator. Beide Umstände zusammen bewirken es, daß die Sonnentage nicht einander gleich sind. Ganz regelmäßig gehende

*) „Ist die Natur nur groß, weil sie zu zählen euch giebt?"
Schiller.

Uhren stimmen daher mit dem Laufe der Sonne nicht überein, und sie müßten jeden Mittag anders gestellt werden, wenn sie die wahre Zeit zeigen sollten. Um dem auszuweichen, denkt man sich eine mittlere Sonne, die in der Ebene des Aequators in gleicher Zeit mit der wahren Sonne, also in einem Jahre, die Erde gleichförmig umkreiset, und nennt die nach dem Durchgange dieser imaginären Sonne durch den Meridian eines Ortes bestimmte Zeit die mittlere Zeit. Danach richten wir uns in unsern bürgerlichen Geschäften; unsre Uhren werden nach mittlerer, nicht nach wahrer Zeit gestellt. Ein mittlerer Sonnentag ist um 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit länger als ein Sterntag, also =24 Stunden 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit; und ein Sterntag =23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden mittlerer Zeit. 365 mittlere Sonnentage sind =366 Sterntagen.

Um die Ursache des Unterschieds des Stern- und Sonnentages anzuschauen, läßt man die Erde in der Peripherie eines runden Tisches um die Sonne, die sich im Mittelpunkte des Tisches befindet, herumlaufen und sich zugleich um die Achse drehen. Betrachtet man dann, daß ein entfernt liegender Gegenstand, der mit der Sonne zugleich culminirte, an den folgenden Tagen früher culminiren muß, so hat man im Allgemeinen eine Anschauung von der Sache, und man überzeugt sich, daß, da die beiden Drehungen der Erde um sich selbst und um die Sonne von Westen nach Osten geschehen, der Sterntag kürzer sein muß als der Sonnentag. (Jener entfernte Gegenstand stellt einen Fixstern vor.)

Um ferner die Ungleichheit der Sonnentage zu begreifen, muß man die beiden, schon angedeuteten, Umstände zusammendenken: die Ungleichheit der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn und die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator.

In der Sonnennähe bewegt sich die Erde schneller als in der Sonnenferne. Jene fällt in unsern Winter, diese in unsern Sommer. Das Sommerhalbjahr hat eine Länge von 187 Tagen, das Winterhalbjahr ist 179 Tage lang. In jedem dieser Zeiträume legt die Sonne 180° zurück. Folglich bewegt sie sich im Frühling und Sommer langsamer in der Ekliptik fort als im Herbst und Winter. Zu dieser Ursache kommt nun noch die die Schiefe der Ekliptik.

Die mittlere Sonnenzeit, abhängig von jener eingebildeten Sonne, kann also mit der wahren Sonnenzeit, welche von einer genauen Sonnenuhr angegeben wird, nicht immer übereinstimmen. Der mittlere Sonnentag ist bald länger, bald kürzer als der wahre Sonnentag. Den Unterschied beider nennen die Astronomen die Zeitgleichung. Da wir unsre Uhren nach der mittleren Zeit stellen, und die Astronomen die wahre Zeit beobachten, so muß, um jenes an allen Tagen des Jahres genau zu können, der Unterschied zwischen der mittleren und wahren Zeit bekannt sein oder von den Astronomen bekannt gemacht werden (was in den Ephemeriden, die jährlich erscheinen, geschieht). Diesen Unterschied muß man bald zu der durch die Sonnenuhr bestimmten wahren Mittagszeit addiren, bald von ihr subtrahiren, um die mittlere Mittagszeit unsrer bürgerlichen Uhren zu erhalten. 4mal im Jahre fällt der mittlere Mittag mit dem wahren zusammen: den 15. April, 15. Juni, 1. September und 24. December. An diesen Tagen ist die Zeitgleichung = Null. Die größten Unterterschiede finden am 2. November und 11. Februar statt, wo sie ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde betragen. Am 2. November tritt der mittlere Mittag 16 Minuten 12 Secunden früher, am 11. Februar 14 Minuten 36 Secunden später ein als der wahre Mittag. Im Herbste scheint daher der Vormittag kürzer zu sein als der Nachmittag, die Abnahme der Tage ist am Vormittag merklicher als am Nachmittage. Im Februar, gegen das Frühjahr hin, findet das Umgekehrte statt. Man merkt alsdann das Längerwerden der Tage mehr des Morgens als des Abends.

Um den Fortschritt jener Unterschiede noch besser zu übersehen, stellen wir noch Folgendes zusammen:

Am 24. December ist die Zeitgleichung Null.
Von da an wächst sie bis zu einem größten Werth von 15′, am 11. Februar.
Nun nimmt sie wieder ab bis zu Null, am 15. April.
Sie wächst wieder bis zu 4′, am 14. Mai.
Sie nimmt ab bis zu Null, am 15. Juni.
Sie wächst bis zu 6′, am 26. Juli.
Sie nimmt ab bis zu Null, am 1. September.
Sie wächst bis zu 16′, am 1. November.
Sie nimmt ab bis Null, am 24. December.

Ist sie Null, so ist die mittlere Sonne bei der wahren, am 11. Februar ist sie vor, am 14. Mai hinter, am 26. Juli vor, am 1. November hinter der wahren. Daraus erkennt man, wie die Uhren gestellt werden müssen. Zeigt z. B. die Sonnenuhr am 11. Februar den wahren Mittag an, so muß in dem Augenblick die Uhr auf 12 Uhr 15 Minuten gestellt werden u. s. w. Ist die eingebildete Sonne vor, so ist der Vormittag kürzer als der Nachmittag; ist sie nach, so ist der Nachmittag kürzer als der Vormittag. Am 11. Februar und 2. November beträgt dieser Unterschied eine ganze halbe Stunde. Darum wissen die gemeinsten Leute, daß man das Abnehmen der Tage im Herbste am stärksten am Vormittage, das Zunehmen der Tage im Februar am schwächsten am Nachmittage bemerkt.

Folgendes Täfelchen erleichtert die Uebersicht:

Tag.	Monat.	Mittlere Zeit im wahren Mittage.	Abweichung der beiden Sonnen.	
1.	Januar	12 Uhr 3 Min.	+ 3′	Mit + bezeichnet
11.	Februar	12 — 15 —	+ 15′	man die Zeitgleichung,
15.	April	12 —	0	wenn der Unterschied
14.	Mai	11 — 56 —	— 4′	zu dem wahren Mit-
15.	Juni	12 —	0	tag addirt werden
26.	Juli	12 — 6 —	+ 6′	muß, um die mittlere
1.	September	12 —	0	Zeit im Augenblicke
2.	November	11 — 44 —	— 16′	des wahren Mittages
24.	December	12 —	0	zu wissen u. s. w.

4. Unser bürgerlicher Tag fängt um 12 Uhr Mitternachts an. Die alten Griechen begannen ihn mit Sonnenuntergang, so wie noch jetzt die Muhamedaner und Juden.

5. Die nächst größere Einheit als der Tag ist die Woche, eine Reihe von 7 Tagen, in welcher Zeit ungefähr eine von den 4 Mondphasen eintritt. Wir Christen fangen die Woche mit dem Sonntage an. Die Wochentage haben ihre Namen von den Körpern, welche nach alter Meinung sich um die Erde drehten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Mercur und Mond. Nach der Meinung der Sterndeuter (Astrologen) be-

herrschen sie in dieser Reihenfolge nach einander die Stunden des Tages; derjenige, welcher in der ersten Stunde eines Tages herrscht, ist der Hauptregent des Tages, und dieser bekommt nach ihm den Namen. Da man ehemals die Woche mit dem Sonnabend anfing, und Saturn als der äußerste Planet die erste Stunde dieses Tages beherrschte, so bekam der Sonnabend den Namen Saturnstag (dies Saturni ♄). Es herrscht also:

Saturn in der 1sten, 8ten, 15ten, 22sten Stunde des Sonnabends, in der 23sten Jupiter, in der 24sten Mars, in der 1sten des folgenden Tages also die Sonne, der demnach Sonntag heißt. Setzt man diese Berechnung fort, so findet man den Grund der alten Benennungen, die im Deutschen zum Theil Veränderungen erlitten haben.

6. Da die Mondphasen nach $29\frac{1}{2}$ Tagen wiederkehren, so machen 12 Monate $12 \cdot 29\frac{1}{2} = 354$ Tage, ein Mondjahr, das jetzt noch bei den Muhamedanern, deren Feldzeichen auch der Mond (Halbmond) ist, zu Grunde gelegt wird.

7. Wir rechnen nach Sonnenjahren oder Erdjahren, d. h. nach der Zeit des Umlaufs der Erde um die Sonne. Die Länge dieser Zeit wurde vor Julius Cäsar zu 365 Tagen angenommen, also um 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden zu kurz. Da dieses beinahe 6 Stunden oder $\frac{1}{4}$ Tag ausmacht (11 Minuten 12 Secunden weniger), so verordnete Julius Cäsar, daß auf je drei gemeine Jahre von 365 Tagen ein Schaltjahr von 366 Tagen folgen, und in einem solchen dem Monat Februar ein Tag zugelegt werden sollte, damit, der bürgerlichen Ordnung wegen, die Jahreszeiten stets in dieselben Monate fielen. Den danach eingerichteten Kalender nennt man den Julianischen. Aber auch er stimmt nicht genau genug mit dem wirklichen Jahre überein. Denn da er 11 Minuten 12 Secunden zu viel einschaltet, welches in 300 Jahren etwa 3 Tage macht, und im Jahre 1582 nach Christi Geburt schon 10 Tage betrug, so daß der Frühlingsanfang nicht auf den 21sten, sondern auf den 11ten März fiel, so verordnete Papst Gregor XIII., daß man nach dem 4ten October dieses Jahres nicht den 5ten, sondern den 15ten October schreiben sollte, und daß in 400 Jahren 3 Schalttage ausgelassen werden sollten. Es sollte demnach jedes 4te Jahr ein Schaltjahr sein, mit Ausnahme der Säcularjahre 1700, 1800, 1900 und

so fort, deren Einheiten 17, 18, 19 sich nicht durch 4 ohne Rest theilen lassen. An einem ähnlichen Merkmale erkennt man die Schaltjahre. Geht die Division der Einheiten der beiden letzten Ziffern durch 4 auf, so ist das Jahr ein Schaltjahr; wo nicht, nicht. 1840, 1844, 1848 u. s. w. sind demnach Schaltjahre; die dazwischen liegenden nicht.

Den nach diesen Bestimmungen eingerichteten Kalender nennt man den Gregorianischen. Denselben haben nach und nach alle europäischen Nationen angenommen (die Protestanten widersetzten sich lange der Einführung dieser wirklichen Verbesserung, weil sie vom Papste ausging — so groß war der religiöse Haß, der grausamste von allen Arten des Hasses, er vergiebt nichts), mit Ausnahme der Russen und Griechen, die noch den Julianischen Kalender haben. Der Unterschied beider betrug vor dem Jahre 1600 10 Tage, wurde in dem Jahre 1700 11, im Jahre 1800 12 Tage. Der Tag, der bei uns der 13. Januar ist, ist bei den Russen der 1. Januar, und das Frühlingsäquinoctium, das bei uns auf den 21. März fällt, fällt bei ihnen schon auf den 9. März. Die Russen rechnen nach dem alten, wir nach dem neuen Styl.

8. Die beweglichen christlichen Feste des Jahres richten sich nach dem Osterfeste. Nach der Bestimmung der Kirchenversammlung in Nicäa, 325 nach Christi Geburt, wird das Osterfest am ersten Sonntag nach dem ersten Vollmonde nach der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche gefeiert. Also erst Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, 21. März; dann Vollmond, der Ostervollmond genannt, der noch auf den 21. März fallen kann; dann den nächsten Sonntag Osterfest. Dasselbe kann also niemals vor dem 22. März eintreten; dieses ist die eine Gränze. Die äußerste ist der 25. April. Denn angenommen, unmittelbar vor dem Frühlingsäquinoctium, d. h. am 20. März, ist Vollmond gewesen, so tritt der nächste 29 Tage später ein, d. h. am 18. April. Wenn dieses ein Sonntag ist, so fällt der nächste Sonntag auf den 25. April. Der 22. März und der 25. April sind demnach die Ostergränzen; jener Tag ist der früheste, dieser der späteste Termin für das Osterfest.

9. Der 7te Sonntag vor Ostern ist der Fastnachtssonntag, der erste Sonntag vor Ostern heißt Palmsonntag, die

Woche zwischen ihm und dem Osterfest die stille Woche, der Donnerstag in derselben der grüne Donnerstag, der Freitag der Charfreitag; der 7te Sonntag nach Ostern ist Pfingsten, der erste Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatissonntag; die darauf folgenden heißen: der 1ste, 2te, 3te u. s. w. nach Trinitatis bis zum 4ten Sonntag vor Weihnachten, welcher der 1ste Adventssonntag heißt; zwischen ihm und Weihnachten liegen die 3 übrigen Adventssonntage. Mit dem 1sten Adventssonntage beginnt das Kirchenjahr.

10. In den Kalendern findet man außerdem gewöhnlich noch angemerkt: die Mondsphasen, wann Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel eintritt; die Knoten der Mondbahn; die Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne für bestimmte Orte, die Länge der Tage und Nächte; die Stellung der Sonne in den 12 himmlischen Zeichen und den Uebergang aus einem in das andre; den Anfang der 4 Jahreszeiten; die im Laufe des Jahres sich ereignenden Sonnen- und Mondsfinsternisse; den Lauf und die Stellung der Planeten am Himmel. Für die meisten dieser Angaben bedient man sich bestimmter Zeichen, die man sich merken muß, wenn man den Kalender verstehen will.

Anmerkung. Wer sich mit dem Kalenderwesen näher bekannt machen will, findet Alles in allgemein verständlicher Weise, sowohl in dem „Lehrbuch der Chronologie oder Zeitrechnung und Kalenderwesen u. s. w., von Th. Friedleben. Frankfurt a. M. bei Sauerländer, 1827", als auch in der neuern Schrift: „Der Kalenderfreund, ein sichrer Führer durch das Gebiet des Kalenders, der Zeitrechnung und der Sternkunde, von Dr. Jahn. Ein Volks- und Schulbuch. Mit einer lith. Tafel. Leipzig, 1841, bei Schwickert." (X und 254 S. 15 Sgr.)

IX. Von den Sternschnuppen.

Abends und Nachts sieht man am heiteren Himmel häufig plötzlich Lichtfunken entstehen, sich schnell fortbewegen und nach einer oder einigen Secunden wieder verschwinden. Man nennt

sie Sternschnuppen, Sternputzen, Sternschneuzen, und der gemeine Mann spricht von Sternschuß und Sternfall.

Ehemals handelte man von ihnen in der Physik in dem Kapitel: Lufterscheinungen; da sie aber, nach neuern Entdeckungen, weniger der Erdatmosphäre als dem Weltraume angehören, so muß auch in der Himmelskunde (Astronomie) von ihnen die Rede sein. Darum bringen wir von ihnen hier das Nothwendigste bei.

Bei genauer Beobachtung entdeckt man in der Erscheinung der Sternschnuppen Verschiedenheiten:

1. Die Lichtfunken sind bald größer, bald kleiner, die meisten gleichen nur Sternen 3ter bis 6ter Größe *). Aber es giebt auch welche, die die Sterne erster Größe, ja selbst Jupiter und Venus an Glanz übertreffen. Zuweilen erscheinen sie als größere oder kleinere Kugeln mit sprühenden Funken oder ohne dieselben, meist lassen sie eine Lichtspur hinter sich zurück. Die großen mit Rauch und Flammen nennt man Feuerkugeln, von welchen man bisweilen welche bei Tage gesehen hat. Ihre Erscheinung ist mitunter mit dem Herabfallen von Steinmassen, die man Luftsteine, Meteormassen, Mondsteine genannt hat, verbunden gewesen. Eine absolute Gränze zwischen (großen) Sternschnuppen und (kleinen) Feuerkugeln läßt sich nicht ziehen. Bei einigen blieben Schweife stehen, die nach einigen Secunden, manchmal erst nach Minuten verschwanden.

2. Die Sternschnuppen erscheinen an allen Punkten des Himmels, sind an keine Stelle gebunden; in der Regel scheinen sie sich dem Horizonte zu nähern, zu fallen, doch manchmal auch zu steigen.

3. Sie erscheinen in allen Klimaten, an Orten unter den verschiedensten Breitengraden, in den Polar- wie in den Aequinoctialgegenden. Im hohen Norden sieht man sie oft durch die Strahlen des Nordlichts schießen. Witterung (Kälte und Wärme) hat keinen Einfluß auf ihre Menge. Natürlich können sie bei bewölktem Himmel nicht gesehen werden.

4. Sehr ungleich ist auch die Zeit ihrer Dauer. In der Re-

---

*) Sehr merkwürdig ist es, daß sich die Vermuthung nicht bestätigt, es müsse sehr viele geben, die wegen ihrer Kleinheit nur durch Fernröhren gesehen werden könnten (teleskopische). Die man durch die Gesichtsfelder von Fernröhren hindurchziehen sieht, kann man auch mit bloßen Augen sehen.

gel sieht man sie nur eine oder wenige Secunden; die großen, namentlich die Feuerkugeln, werden auch längere Zeit gesehen und durchlaufen einen größeren Bogen. Manche hatten eine Geschwindigkeit von 4 bis 8 Meilen in einer Secunde. Unter dem Namen Sternschnuppen vereinigt man also verschiedene Phänomene. Die Meteormassen, welche zuweilen auf die Erde herabfallen, haben eine Schwere von einigen Lothen bis zu mehreren Centnern. Sie bestehen aus Stoffen, die man auch in andern Erdkörpern findet: Kieselerde, Talkerde, Eisen, Nickel u. s. w.; aber in dieser Verbindung kommen sie in der Erde nicht vor. Aeußerlich haben sie Aehnlichkeit mit Massen, welche die Wirkung des Feuers erfahren haben.

5. Besonders häufig erscheinen die Sternschnuppen in der Nacht des 10. August und drum herum, und noch mehr in den Nächten vom 11. bis 13. November. Man spricht daher von einer August- und Novemberperiode. *)

Auf letztere hat zuerst Alexander von Humboldt hingewiesen, nachdem er mit Bonpland am 12. November 1799 an der mexikanischen Küste 4 Stunden lang Tausende von Sternschnuppen hatte vorüberziehen sehen; aber erst seit etwa 10 Jahren ist man aufmerksamer darauf. Zur Zeit der genannten Perioden sieht man in hellen Nächten Hunderte von Sternschnuppen, nicht bloß in Europa, sondern auch in Afrika (Cap der guten Hoffnung) und Amerika **). Dieselben haben meist die Richtung von Norden nach Süden oder von Nordost nach Südwest, scheinen aus derselben Gegend des Himmels zu kommen, im August in der Gegend zwischen den Sternbildern Pegasus und Andromeda, im November aus dem Sternbilde des Löwen; ihre Bewegungen scheinen parallel zu sein.

6. Die Entfernung der Sternschnuppen von der Erdoberfläche ist sehr schwer zu bestimmen. Benzenberg und Brandes haben es am Ende des vorigen Jahrhunderts (1798) zuerst versucht. Sie beobachteten in der Harzgegend an den Enden von

---

*) Im Jahre 1843 sind die im November erwarteten Sternschnuppen unerwarteter Weise — ausgeblieben. Es ist noch nicht recht richtig mit ihnen.

**) Arago berechnet die Zahl aus Durchschnitten von einer einzigen Nacht auf 240000.

Standlinien von 27- und 46000 Fuß, auf dem Rücken liegend, Sternschnuppen, und trugen dieselben mit Bemerkung der Zeit in Sternkarten ein, um diejenigen zu erkennen, welche Beide zugleich beobachtet hatten. (Aus den Unterschieden der eingezeichneten Bahnen entnahmen sie näherungsweise die Parallaxen, mithin die Abstände, Höhen und Längen der Bahnen ꝛc.) Jetzt weiß man, daß ihre Entfernung 2, 3, 4, 5 u. s. w. bis 50 Meilen beträgt *).

Das Bisherige ist ungefähr das, was man bis jetzt von den Sternschnuppen weiß. Sehr Vieles ist also noch an ihnen unbekannt, es sind räthselhafte Phänomene; aber man ist mit der Herausarbeitung des Näheren, besonders mit der genauen Erforschung ihrer eigentlichen Bahnen, beschäftigt.

Was kann man nun von ihnen halten?

Wir können die Meteormassen von den eigentlichen Sternschnuppen unterscheiden. Woher rühren jene, was sind diese? Die Meteormassen! Bilden sie sich in der Luft, sind es Luftsteine? Kommen sie aus dem Monde, sind es Mondsteine?

Das Erste ist nicht nur unwahrscheinlich, sondern unmöglich. Wir kennen die Höhe der Atmosphäre, höchstens 10 Meilen **), mit schnell abnehmender Dichtigkeit; wir kennen gar keine Processe, welche im Stande wären, die feinen, in der Luft etwa aufgelöseten Stoffe in einem Augenblicke zu vereinigen und bis zu centnerschweren Massen zu verdichten; folglich, schließen wir, bilden sie sich nicht in der Luft.

Mondsteine! Dann müßte es auf dem Monde Kräfte geben, welche im Stande wären, Stücke des Mondkörpers über die Anziehungssphäre des Mondes hinaus, d. h. mehrere Tausend Meilen hoch, zu schleudern, und außerdem müßten sich die günstigsten Umstände vereinigen, wenn sie zur Erde herabkommen soll-

*) In niederen Höhen (2 und weniger Meilen) scheinen nur kleine Sternschnuppen vorzukommen. Brandes glaubt Feuerkugeln beobachtet zu haben, welche einen Durchmesser von mehr als 100 Fuß hatten.

**) Die Masse der Atmosphäre ist etwas kleiner als ein Milliontheil der Erdmasse. Hätte die Atmosphäre überall dieselbe Dichtigkeit wie an der Erdoberfläche, so würde ihre Höhe 24500 Fuß betragen. Da sie aber in der Höhe dünner wird, so ist auch ihre Höhe größer. Aber eine Höhe, die das Fünffache des Erdhalbmessers überschreitet, kann sie nicht haben; denn in dieser Höhe ist die Centrifugalkraft der Anziehungskraft gleich, Lufttheile würden sich daselbst in den Weltraum verlieren.

ten *). Von allem dem wissen wir nichts; aus dem aber, was wir wissen, müssen wir, wo nicht auf die absolute Unmöglichkeit, doch die gänzliche Unwahrscheinlichkeit dieses Ursprunges der Meteorsteine schließen, und der erste Kenner des Mondes, Professor Mädler, will davon nichts wissen.

Wenn sie daher nicht der Erde, nicht dem Monde angehören (weder tellurischen noch lunarischen Ursprunges sind), wo kommen sie denn her?

Antwort: Sie gehören dem Weltraume an (sind kosmischen Ursprunges), es sind kleine Körper, die sich frei im Weltraume bewegen, nicht willkürlich, sondern nach Gesetzen, wie Alles in der Natur; es sind vielleicht Rudera von der Schöpfung her, (nach Humboldt) Weltspäne, die, wenn sie auf ihren noch unbekannten Wegen in die Erdnähe kommen, von ihr angezogen werden.

Diese Antwort hat zuerst der große Akustiker Chladni gegeben. Er stellte die denkbaren Möglichkeiten auf: eine erste, eine zweite, eine dritte (aus Erdvulkanen), eine vierte auf. Gute Gründe verwerfen Nr. 1, 2, 3; es blieb nur die vierte übrig: sie kommen aus dem Weltraume.

Diese Wahrheit hat man weiter entwickelt, besonders Olbers, Arago und Professor Erman d. J. in Berlin. Die Perioden im August und November haben Letzteren mit andern Combinationen zu einer kühnen Hypothese geführt, deren erster Theil schon fester steht als der zweite.

Jener heißt: es mögen im Weltalle in allen Richtungen Sternschnuppen (d. h. kleine Massen in dem verschiedensten Aggregat-

*) Olbers hat gezeigt, daß, wenn der Mond Massen mit einer Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der ersten Secunde (13mal so schnell, als unsre Kanonenkugeln in der ersten Secunde (600') zu fliegen pflegen) in die Höhe schleudert, diese nicht wieder auf den Mond zurückfallen, sondern sich in den Weltraum verlieren, und sich dann möglicher Weise mit einem andern Weltkörper vereinigen. Dabei nahm er die Mondmasse $= \frac{1}{68,5}$ der Erdmasse an. Ist sie aber nur $\frac{1}{75}$ oder $\frac{1}{79}$, so reducirt sich jene Geschwindigkeit auf 7575 und 7377 Fuß in einer Secunde. Aber demungeachtet kommen die Sternschnuppen, Feuerkugeln ꝛc. nicht aus dem Monde. Denn eine mit der zuerst angegebenen Geschwindigkeit aus dem Monde geworfene Masse würde mit einer relativen Geschwindigkeit von 35000 Fuß auf der Erde ankommen; die Sternschnuppen haben aber im Durchschnitt eine Geschwindigkeit von 5 deutschen Meilen = 114000 Pariser Fuß.

zustande) herumirren (herumirren, weil wir die Gesetze ihrer Bewegung nicht kennen); aber es giebt 2 große Ströme von Sternschnuppen, d. h. Bahnen, in welchen nahe zusammen unzählige um den Centralkörper unsers Systems, d. h. um die Sonne, herumlaufen. Diese zwei Ströme liegen nicht in der Ebene der Erdbahn, sondern schneiden dieselbe in zwei Punkten (Knoten). Im August kommt die Erde dem einen, im November dem andern nahe, die Erde wirkt mit ihrer Anziehungskraft auf die in der Nähe der Knoten befindlichen Sternschnuppen, diese entzünden sich (?) und werden gesehen. Manche vereinigen sich mit der Erde, andre mögen in gestörten Bahnen ihren Lauf in dem Weltraume fortsetzen. Diese Ströme, namentlich der Novemberstrom, müssen eine große Breite haben; denn der Fall vieler Sternschnuppen wird in drei auf einander folgenden Nächten beobachtet, in drei Tagen aber legt die Erde einen Weg von etwa einer Million Meilen zurück.

Die Erde befindet sich im August und November auf der innern Seite der Sternschnuppenströme, d. h. sie ist näher bei der Sonne als die Sternschnuppen, diesen ist also der Theil der Erdoberfläche zugekehrt, welcher Nacht hat, und die Sternschnuppen können gesehen werden.

Zu andrer Zeit befindet sich die Erde auf der äußeren Seite der beiden Ströme, ihnen ist die Erdseite, welche Tag hat, zugekehrt, wir können dann zwar die Sternschnuppen nicht sehen, aber dennoch verkündet sich ihre Nähe. Dies ist der andre, kühnere Theil der Erman'schen Hypothese. Aber sie basirt auf einem bestimmten Grund, sie schwebt nicht ganz in der Luft *), wenn auch die Thatsachen, noch weniger die Schlüsse daraus, über allen Zweifel erhaben sind.

---

*) Da die Sternschnuppen (außer den sporadischen) nicht alle Jahre zu erscheinen pflegen, so ist es wahrscheinlich, daß die Sternschnuppen-Gruppen (die Ströme darf man sich nicht kreisförmig zusammenhangend denken) erst in mehreren Jahren ihren Umlauf um die Sonne vollenden. Ihre Anzahl mag in die Milliarden gehen. Nur die, welche in unsern Dunstkreis eintreten und sich entzünden, mögen sichtbar werden. Die meisten verlassen unzerstört die Erdatmosphäre wieder, ihre Bahn um die Sonne fortsetzend. Wenn die Hauptgruppe sich der Erde zwischen dem 11ten und 14ten November nähert, so schneidet deren Bahn die Erdbahn im 19ten bis 22sten Grade des Stiers.

Erman combinirt nämlich mit den Thatsachen im August und November Folgendes:

Die Kalender- und Wetterfabrikanten bezeichnen die Tage vom 11. bis 13. Mai, die berüchtigten, gestrengen Herren: Mamertus, Pancratius, Servatius, als kalte Tage. Es ist in Deutschland, wenigstens dem westlichen und nördlichen, allgemeine Volksmeinung, und große Herren lassen ihre Orangerie nicht eher an die freie Luft bringen, bis die gestrengen Herren vorüber sind. (Das Nichtbeobachten dieser Regel brachte Friedrich den Großen einmal um seine ganze Orangerie in seinem Sans-souci.) Nun erscheinen diese kalten Tage gerade ein halbes Jahr nach der Novemberperiode. Ein Halbjahr nachher — schließt Erman — geht die Erde durch den zweiten Knoten der Bahn des Novemberstroms, die Sternschnuppen werden nicht gesehen, weil sie der Sonne näher sind, sie gehen bei Tage vor der Sonne vorbei; man kann sie nicht sehen, weil sie zu klein sind und das Sonnenlicht zu sehr blendet, aber ihre Zahl ist doch so groß, daß sie der Erde einen Theil der Sonnenstrahlen entziehen, dadurch den wärmenden Einfluß der Sonne auf die Erde schwächen, die Verminderung der Wärme und die Kälte verursachen. Was sagen die Leser dazu? — Jedenfalls ist die Sache interessant. Aber wie ist es mit dem zweiten Strom im August? Ist es mit dem auch so?

Ein halb Jahr nachher, fällt auf den 7. Februar und drum herum.

Diese Tage sind nicht berüchtigt. Aber Erman hat sich die Mühe nicht verdrießen lassen, in neuen und alten Schriften, welche meteorologische Beobachtungen enthalten, die Temperatur jener Tage aufzusuchen, und im Durchschnitt kommt das Resultat heraus, daß die von Ende Januar im Allgemeinen regelmäßig bis zu den Hundstagen zunehmende Wärme in den Tagen um den 7. Februar herum nicht in dem Grade zunimmt, wie vorher und nachher. Dieses scheint wenigstens eine Bestätigung seiner Hypothese zu sein. — Die Leser mögen nach Belieben weiter darüber nachdenken. Der Fleiß und die Aufmerksamkeit der Naturforscher werden in den nächsten Jahrzehnten weiteren Aufschluß darüber bringen, wie über manche andre, noch nicht vollständig bekannte Himmelserscheinungen, z. B. die Bewegung der

Fixsterne, die Doppelsterne, die Bahn unsrer Sonne mit all' den Ihrigen in dem unermeßlichen Weltraum. Es bleibt uns also für den Rest unsrer Tage noch Einiges zu lernen übrig, und noch einiges Andere für das Jenseits.

X. Züge und Andeutungen aus der Geschichte der Astronomie.

Die Geschichte der mathematischen (oder astronomischen) Geographie und der Astronomie ist sehr lehrreich.

In deutlichster Weise erkennt man in ihr den Gang der menschlichen Entwicklung an Naturkenntnissen, von der sinnlichen Erfahrung aus, durch die Erforschung der Naturgesetze hindurch, bis hinauf zu den verborgenen Ursachen. Die Geschichte der Naturforschung überhaupt, der Astronomie insbesondre, ist die objective Darstellung der subjectiven Entwicklung. Aus seinem (leeren) Geiste heraus kann der Mensch die Art und das Gesetz der Natur nicht herausspinnen, sie muß ihm das Material liefern; aber die Wissenschaft selbst ist ein Product der Thätigkeit des menschlichen Geistes. Wahre Naturwissenschaft ist die Uebereinstimmung der menschlichen Vorstellungen mit der Natur der Dinge.

Die Geschichte der Astronomie zeigt, wie das Wissen allmählig entsteht und sich von kleinem Anfange immer weiter und weiter entwickelt, wie es von einer Nation zur andern übergeht und zuletzt als ein Erzeugniß der ganzen cultivirten Menschheit dasteht. Die Geschichte einer Wissenschaft ist Geschichte der menschlichen Cultur. Spiegelt sich die Welt in dem Menschen, so spiegelt sich der Mensch in der Wissenschaft; sie ist ein Microcosmus des Microcosmus.

Nicht die gerade, sondern die krumme Linie ist ein Bild der Geschichte einer Wissenschaft, folglich der menschlichen Entwicklung überhaupt. In keiner Periode fehlt es an Irrthümern mancherlei Art, natürlich treten sie in früheren Epochen häufiger hervor als

in späteren. Aber sie fehlen in keiner. Zu vollkommnem Wissen bringt es der Mensch nicht. Irren ist sein Loos, Mangelhaftigkeit sein Zustand. Irrthümer, einseitige Wahrnehmungen, falsche Schlüsse sind unvermeidlich. Wer den Menschen nicht irren lassen will, will ihn sich nicht entwickeln lassen. Ja die Irrthümer werden eben so lehrreich wie die Wahrheit. Der Weg zur Wahrheit geht in der Regel durch das Thor des Irrthums. Nicht auf Eisenbahnen, nicht einmal auf geraden Wegen wandert der Forscher. Falsche Scheine locken ihn in falsche Richtungen; hinterher erkennt man oft, daß sie sogar nothwendig waren, um den geraden Weg zu entdecken. Der Menschenverstand, und zwar der gesunde, kann falschen Schlüssen nicht immer ausweichen. Es ist ein interessantes Schauspiel, die Geschichte einer Wissenschaft aus diesem (psychologischen) Gesichtspunkte zu betrachten, und es ist ein untrügliches Kennzeichen des Lehrtalentes, wenn der Lehrer die Sprossen auf der Leiter zum Wissen zu bestimmen weiß, auf welchen der Schüler von gesundem Kopfe zu falschen Schlüssen verleitet wird. Wie im Leben des Menschen, so giebt es in der Entwicklung der Wissenschaften Perioden und Epochen, der Fortschritt ist bald langsamer bald schneller, es fehlt selbst nicht an stationären Perioden, nicht an (scheinbarer) Rückläufigkeit. Die Formel für das Gesetz der Entwicklung soll noch gefunden werden.

Nach der Natur der Menschen wird die Wahrheit unter Kampf und Streit zu Tage gefördert. Eigensinn, Vorurtheile, Hochmuth und Herrschsucht suchen die ruhige Entwicklung zu hemmen. Aber Widerspruch und Gewalt schrecken den energischen Geist nicht ab, sondern sie stählen ihn. Weil er nicht nur an die Möglichkeit der Erforschung der Wahrheit, sondern auch an den Sieg derselben über die Unwahrheit glaubt, darum erforscht er sie wirklich und gewinnt ihr den Sieg. — Jede Wissenschaft hat ihre Märtyrer — Männer, welche um der Wahrheit willen angefochten wurden, aber lieber untergehen wollten, als von der Wahrheit lassen. Die Geschichte der Wissenschaften, auch der Astronomie, offenbart uns den Adel der menschlichen Natur. Indem sie die Feinde des Fortschrittes brandmarkt, bekränzt sie das Haupt der Forscher mit ewig grünendem Lorbeer. Die Wissenschaften sind der Triumph des menschlichen Geistes. Ihre Geschichte

rechtfertigt die Zweifel an Systemen, selbst wenn sie Jahrhunderte gegolten hätten; sie lehrt Humanität. Das Neue findet alle Zeit Widersacher an denen, welche das bisher Bestandene für wahr halten, weil es alt ist, und an denen, welche ihr Interesse durch das Neue gefährdet sehen. Das Vorurtheil und der Egoismus schließen darum einen Bund zur Bekämpfung desselben, und eines ihrer Mittel ist, den Entdecker des Neuen für einen Neuerer oder Empörer auszuschreien, wenn sie nicht sogar die ihnen zu Gebot stehenden Gewaltmittel, Kerker und Tod, in Anwendung bringen. Aber die Geschichte der Wissenschaften lehrt, daß keine Gewalt auf Erden mächtig genug ist, die Wahrheit für immer zu unterdrücken. Das Licht ist stärker als die Finsterniß; es durchdringt zuletzt alle Räume, selbst die Kerker der Inquisition. Wer dieses weiß, wird nie in das Geschrei des Pöbels einstimmen, nie einen Stein aufheben gegen einen Wahrheitsforscher. Die Geschichte der Wissenschaften lehrt Humanität; keine mehr als die Geschichte der Astronomie.

Die Wiege des Menschengeschlechts, Asien, ist auch ihre Geburtsstätte. In jenen Ländern, in welchen die Sterne in vorzüglichster Klarheit herabschimmern, in Chaldäa und Arabien, wurde der Blick der Menschen zuerst von ihnen gefesselt. Die Erhabenheit und Pracht des Sternenhimmels reizte zur Betrachtung; das natürliche Bedürfniß, Ordnung und Regel in die Geschäfte des Lebens zu bringen, steigerte die Aufmerksamkeit. So fand man in der scheinbaren Verworrenheit bald Gesetzmäßigkeit und Regel. Ohne Zeitbestimmungen kann der Mensch nicht leben. Der Auf- und Untergang der Sonne bestimmt den Tag, die regelmäßigen Erscheinungen des Mondes den Monat, die Wiederkehr derselben Jahreszeit das Jahr. Mit diesen äußeren Wahrnehmungen war der Grund gelegt zur Astronomie. Das Bedürfniß möglichst genauer Bestimmungen nöthigte zu aufmerksamer Betrachtung des Standortes und des scheinbaren Laufes des Mondes und der Sonne.

Schon in den ältesten Zeiten war die Zeit des scheinbaren Umlaufs der Sonne um die Erde, d. h. die Länge des Sonnenjahres, bekannt. Nach der mosaischen Erzählung von der Sündfluth ging Noah am 17ten Tage des 2ten Monates in die Arche, und er verließ sie erst im nächsten Jahre am 27sten Tage desselben

Monates *). Er war also 1 Jahr und 11 Tage darin geblieben, d. h., wenn man damals, wie es wahrscheinlich ist, nach Mondenjahren von 354 Tagen rechnete, gerade 365 Tage. Dieses ist um so auffallender, weil nach derselben Erzählung die Erde schon am ersten Tage des ersten Monates trocken war. Die Erzählung von der Dauer des Aufenthaltes des Noah in der Arche sollte, wie man vermuthen muß, den Menschen die wichtige Nachricht von der Länge des Sonnenjahres verkündigen, oder sie festhalten.

Die erste Zeitbestimmung war ohne Zweifel die Zeit, während welcher das Himmelsgewölbe sich einmal um die Erde wälzt — der Tag; die zweite die Periode, in welcher die Mondphasen wiederkehren — $29\frac{1}{2}$ Tage oder der synodische Monat. Zwölf dieser Perioden machen 354 Tage — das Mondenjahr. Diese Zeitmaaße waren, wie wir aus der eben citirten mosaischen Erzählung von der Sündfluth erkennen, vor derselben, also in den allerältesten Zeiten bekannt. Die Beobachtung des Mondes zeigte bald, daß er schon in $27\frac{1}{3}$ Tagen zu demselben Fixsterne zurückkehrte; mit dieser Beobachtung war die Länge des siderischen Monates gefunden.

Aber weit wichtiger als diese Bestimmungen war die Kenntniß der Dauer des Sonnenjahres. Denn von der Stellung der Sonne in den Solstitien und zwischen ihnen hing damals, wie jetzt, die Zeit der Jahreszeiten, Aussaat und Ernte, ab. Nur war die Beobachtung der Zeit der Rückkehr der Sonne zu demselben Sternbilde nicht so leicht wie bei dem Monde. Unmittelbar konnte sie gar nicht gemacht werden; man mußte sie aus dem Wiedererscheinen großer Fixsterne in der Morgen- oder Abenddämmerung erschließen. Nach manchen Irrungen mochte man endlich die Zeit von 365 Tagen finden — das sogenannte ägyptische Jahr, welches sehr lange im Gebrauch war.

Außer diesen Kenntnissen war auch schon in grauer Vorzeit die Periode von 18 Jahren und 11 Tagen, in welcher die Mondsfinsternisse wiederkehren, bekannt. Ebenso findet man im ganzen Morgenlande den Gebrauch der Wochen von 7 Tagen, und die oben angegebene Benennung der Wochentage nach den Himmels-

*) 1. Buch Mosis 7, 11. 13; 8, 14 bis 18.

körpern in derselben Ordnung: Sonne, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Venus und Saturn.

Die alten Völker betrachteten diese Erscheinungen mit religiöser Ehrfurcht; die Wiederkehr des Neumonds wurde mit Opfern und Festen begangen. Diese erhabene Sitte mußte nicht bloß auf ihre Veredlung, sondern auch auf die Fortschritte in der Kenntniß der himmlischen Erscheinungen den günstigsten Einfluß ausüben.

Daß die äußere Kenntniß der Sterne mit jenen Bestimmungen zusammenfiel oder ihnen vorherging, leuchtet von selbst ein. Schon im Hiob, vielleicht dem ältesten aller Bücher, wird der große Wagen, der Orion und die Gluckhenne (die Plejaden) genannt*); andre Namen (das Schiff Argo, das goldne Fließ, der Drache, der es bewacht) deuten auf ihre Bezeichnung unter den Griechen zur Zeit des Argonautenzuges (etwa 1200 Jahre vor Christi Geburt). Als merkwürdig muß der Umstand bezeichnet werden, daß kein Sternbild mit dem Namen eines der von Homer besungenen unsterblichen Helden bezeichnet wird. Wahrscheinlich standen also schon vor dem trojanischen Kriege, wenigstens vor Homer, die Namen der vorzüglichsten Sternbilder fest. Die Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen, die Länge eines jeden von 30 Graden, eines Grades von 60 Minuten, rührt von den Chaldäern her. Sie nahmen die Länge des Jahres zu $365\frac{1}{4}$ Tagen an. Auch waren ihnen die 5 Hauptplaneten unseres Sonnensystems bekannt. Bei ihnen finden sich auch die ersten Spuren der Meinung eines Einflusses der Gestirne auf die Schicksale der Menschen und die Fruchtbarkeit des Jahres. Chaldäer waren die ersten Astrologen oder Sterndeuter; die Priester waren zugleich Astrologen. In Aegypten kommen sie auch sehr frühe vor. Dem Volke wurden die Kenntnisse geheim gehalten, man behandelte sie als Mysterien und verbarg sie unter Hieroglyphen. Moses erlangte hier wahrscheinlich seine Kenntnisse von dem Himmel. Der Sirius, dessen Wiedererscheinen in der Morgendämmerung den Aegyptern den Anfang der Nilüberschwemmung anzeigte, hat seinen Namen vom Nil, Sirius heißt Nilstern. Nach dieser

*) Hiob 9, 9: „Er macht den Wagen am Himmel, den Orion und die Glucken und die Sterne gegen Mittag."

Erscheinung bestimmten sie auch die Länge des Jahres zu 365, später zu $365\frac{1}{4}$ Tagen. Auch kannten sie die wahre Ursache der Mondsfinsternisse, daß sie entstanden durch den Eintritt des Mondes in den Schatten der Erde. Zugleich machten sie schon den Schluß, daß die Venus sich nicht um die Erde, sondern um die Sonne drehe, sie verglichen die Sonne mit dem Könige, den Mond mit der Königin, die Planeten mit den Trabanten, die Fixsterne mit dem Volke. Sie waren also der Ansicht des Copernicus sehr nahe.

Nicht zu reden von den Indiern und Chinesen, welche gleich den Chaldäern und Aegyptern frühzeitig astronomische Kenntnisse besaßen, kommen wir auf die Griechen, das gebildetste Volk der alten Welt. Homer und Hesiod nennen die vornehmsten Sterne. Jener sagt ausdrücklich, daß Ulysses den Lauf seines Schiffes nach den Sternen gerichtet habe; die Argonauten auf dem schwarzen Meere wahrscheinlich noch früher. Thales aus Milet, der erste der sieben Weisen Griechenlands, kann (600 Jahre vor Christi Geburt) als der Stifter der griechischen Astronomie angesehen werden. Er zeigte auf seinen Reisen den ägyptischen Priestern, wie man die Höhe der Pyramiden aus der Länge ihres Schattens berechnen könne, lehrte die Kugelgestalt der Erde, gab von den Mondphasen und den Finsternissen die richtige Erklärung, maß die scheinbare Größe der Sonne und sagte eine Mondsfinsterniß richtig voraus. Anaximander, einer seiner Nachfolger, verfertigte geographische Karten, Sphären und Sonnenuhren. Anaxagoras zeigte seinen Zeitgenossen die Berge und Thäler im Monde. Als er in einer Schrift die wahre Ursache der Mondsfinsternisse lehrte, wurde er von den athenienſischen Demagogen, gleich Sokrates, des Atheismus beschuldigt, in den Kerker geworfen und nur mit Mühe von seinem Freunde Perikles gerettet.

Schon 100 Jahre früher förderte Pythagoras in Unteritalien, nachdem er, von Durst nach Kenntnissen getrieben, bis an den Ganges vorgedrungen war, die Astronomie. Er lehrte die Kugelgestalt der Erde und der Sonne, die Bewohnbarkeit der Erde auf ihrer krummen Oberfläche, die Existenz der Antipoden, und daß die Venus bald Morgen-, bald Abendstern sei. Seine Schüler waren von der Umdrehung der Erde um sich selbst und von ihrer Bewegung um die Sonne überzeugt. Sicherlich kann-

ten sie auch den Umlauf der bekannten Planeten um die Sonne. Sie hörten die Musik der Sphären.

Mit der Stiftung der alexandrinischen Schule, 300 Jahre vor Christi Geburt, begann unter den Griechen die wissenschaftliche Periode der Astronomie, sie wurde mathematisch behandelt, und es bildeten sich praktische Astronomen, z. B. Aristarch. Ihm und einigen Andern waren die Hauptlehren der Astronomie bekannt. Als der hervorstechendste muß (160 Jahre vor Christi Geburt) Hipparch betrachtet werden. Er führte den Gedanken aus, alle bisher bekannt gewordenen Lehren aus Beobachtungen abzuleiten, und so ist er der eigentliche Stifter der wahren Astronomie geworden. Sein Scharfsinn entdeckte das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte, er bestimmte durch Himmelsbeobachtungen die Längen und Breiten der Oerter auf der Erde, und er erfand die ebene und sphärische Trigonometrie.

Nach ihm ist der größte Astronom des Alterthums Ptolemäus, der unter den römischen Kaisern Hadrian und Antonin vom Jahre 125 bis 140 nach Christi Geburt in Alexandrien Beobachtungen anstellte. Seine und seiner Vorgänger Forschungen sind in seinem berühmten Werke Almagest, d. h. dem großen Werke, wie es die Araber nannten, enthalten. Er verfertigte ein großes Verzeichniß von mehr als 1000 Sternen. Und er ist bis zum 15ten Jahrhundert der große Lehrer aller Astronomen gewesen. Das oben angegebene Sonnensystem trägt seinen unsterblichen Namen, unsterblich, weil er den Abschluß einer Weltansicht vollbracht, wenigstens der Nachwelt überliefert hat.

Um ein Beispiel aufzustellen, wie man vor und zu den Zeiten des Ptolemäus die Erscheinungen am Himmel erklärte, theilen wir Folgendes mit.

Man dachte sich, um die Bewegung der Planeten, die bald vorwärts, bald rückwärts laufend, bald stillstehend erschienen, zu erklären, daß sie sich in Kreisen bewegten, deren Mittelpunkt um die Erde liefe, einem Wandrer gleich, der sich in einem Reifen bewegt, dessen Centrum in einem Kreise um uns herumläuft. Ein solcher scheint, mit entfernten Gegenständen verglichen, bald gerade aus, bald zurück zu wandern, bald stille zu stehn. Einen solchen Kreis nannte man Epicykel. Aus solchen Epicykeln setzte man Sphären zusammen, die Alles erklären sollten. Man hat es mit

55 zu einem Ganzen vereinigten Kreisen versucht. Hipparch sah aber schon ein, daß man die Erde nicht in den Mittelpunkt der Kreise setzen dürfe. Ein solcher Kreis hieß ein Excenter. Auf solche Art erklärte man Haupt-Himmelserscheinungen theils durch Epicykeln, theils durch Excenter, wie dieß aus Ptolemäus' Almageſt zu erſehen. Ein Planet bewegte ſich nämlich nicht auf dem Excenter, ſondern der Mittelpunkt eines andern kleineren Kreiſes, in deſſen Peripherie ſich der Planet gleichmäßig bewegte. Dieſen letzteren nannte man Epicykel, und weil der Excenter ihm zum Leiter diente, ihn fortführte, ſo hieß dieſer Excenter auch der forttragende, fortleitende Kreis (circulus deferens). Auf ſolche Art erklärte man die ſcheinbare Recht- und Rückläufigkeit der Planeten. Aber die Annahme des Umlaufs eines Planeten um eine unſichtbare Majeſtät oder eigentlich einen ganz leeren Punkt reichte zur Erklärung der Erſcheinungen noch nicht hin, man mußte noch einen dritten Kreis annehmen, den ſogenannten Abgleicher, kurz es war „das feinſte, künſtlichſte und dabei ſonderbarſte Gewebe von Scharfſinn, Spitzfindigkeit und Verblendung, auf welches der menſchliche Geiſt je gerathen iſt". Wenn man bedenkt, daß die Zahl der Mittel, durch welche man die Erſcheinungen erklären wollte, mit der Genauigkeit der Beobachtungen wuchs, ſo daß die Anzahl der Sphären, in welchen man die Planeten laufen ließ, ſich, wie geſagt, auf 55 belief: ſo begreift man nur dann die lange Herrſchaft dieſes Syſtems, wenn man die Macht der Autorität in Ueberlegung zieht, welche nicht bloß durch Jahrhunderte, ſondern durch religiöſe Mißverſtändniſſe geheiligt war. Aber auf den einfachen Naturſinn mußte es ſo widerwärtig wirken, daß Alphons X. von Caſtilien 1252 nach Chriſti Geburt erklärte, er würde eine größere Einfachheit gewählt haben, wäre er bei der Schöpfung zu Rathe gezogen worden.

Das Ptolemäiſche Syſtem wurde während des ganzen Mittelalters in den Schulen gelehrt. Man machte in den chriſtlichen Staaten nicht die geringſten Fortſchritte. Es war die Periode der Stagnation in der Entwicklung des menſchlichen Geiſtes eingetreten. Die Geiſter waren mit andern Dingen beſchäftigt. Ueber dem unfruchtbaren Streit um unbegreifliche Dogmen vergaß man das Studium der ſichtbaren Wunder des Allmächtigen. Nur unter

den Arabern pflanzte sich die Wissenschaft einigermaßen fort; sie verbreiteten sie nach Europa und erhellten wenigstens zum Theil die dicke Finsterniß des Mittelalters *).

Im 15ten christlichen Jahrhundert brach der helle Tag für die Astronomie an, im 16ten stand die Sonne der Wissenschaft schon am Himmel. Copernicus führte sie herauf. Er stürzte das Ptolemäische System, und setzte das nach seinem Namen benannte, das wahre, in seine Rechte ein. Er wurde 1473 den 19. Februar zu Thorn geboren, studirte in Italien Astronomie, kehrte in sein Vaterland zurück, wurde Canonicus in Frauenburg und widmete sich hier ausschließlich seiner Lieblingswissenschaft. Er machte die wichtigsten Entdeckungen, verwarf die künstliche Weise, in welcher Ptolemäus die Bewegungen zu erklären versucht hatte, entdeckte die wahren Bewegungen und legte sie in einem Werke über die Umdrehung der Himmelskörper nieder, das 1543 in Nürnberg erschien, dessen Erscheinung er aber nur wenige Tage überlebte. Die Vorsehung hatte es weise gelenkt; der große Mann **) wäre sonst ein Gegenstand der eifrigsten Verfol-

---

*) Der Mangel richtiger Begriffe und Beobachtungen wurde „noch durch eine besondere moralische Eigenschaft in dem Charakter jener Zeiten (des Mittelalters) vergrößert: durch eine sclavische Feigheit des Denkvermögens auf der einen Seite, das nicht umhin konnte, sich nach einer höhern intellectuellen Macht umzusehen, und durch Unverträglichkeit alles Widerspruchs auf der andern Seite. Dazu kam noch eine eigene Art von enthusiastischer Stimmung, die, einmal in die Untersuchung eingeführt, alle geistigen Operationen gewissen ganz verdreheten und illusorischen Ideen unterzuordnen strebt. — Mancher Kirchenvater erklärte alle Wissenschaften für eitel und nichtig. „Ist es möglich, fragt Lactantius im 4ten Jahrhundert, daß Menschen so albern sein können, zu glauben, daß auf der andern Seite der Erde das Getreide und die Bäume mit ihrer Spitze abwärts hängen und daß dort die Menschen ihre Füße höher als ihre Köpfe haben sollen?" (Whewell, Geschichte der inductiven Wissenschaften. Theil I. S. 202, 227.)

**) Du dreimal weiser Geist, du mehr als großer Mann,
Dem nicht die Nacht der Zeit, die Alles fesseln kann,
Dem nicht der herbe Neid die Sinne hat gebunden,
Die Sinne, die den Lauf der Erde neu gefunden.
Der du der Alten Traum und Dünkel widerlegt,
Und recht uns dargethan, was lebt und was sich regt:
Schau, jetzo blüht dein Ruhm, den, als auf einem Wagen,
Der Kreis, auf dem wir sind, muß um die Sonne tragen.

gung geworden. Er lehrte das Stillestehen der Sonne. Aus dem Buche Josua aber folgerte man, daß sie sich bewege *). Des Copernicus Lehre war folglich eine unverzeihliche Ketzerei.

„Die Ausbreitung seines Namens und Ruhmes wird — sagt Lichtenberg in seiner Biographie des Copernicus (Verm. Schriften, Göttingen 1803, 6ter Band) — so lange die Welt steht, immer gleichen Schritt halten mit der von Cultur und Humanität; hingegen Barbarei, Aberglaube und Religion und Vernunft-schändender Gewissenszwang herrschen, wo man ihn entweder gar nicht kennt, oder verkennt und verkennen muß."

Er war (wie derselbe Mann sagt) der Entdecker eines neuen Testamentes der Astronomie. „Mit ihm fing ein neuer Himmel und eine neue Erde — eine neue Astronomie an, die nun ihren Gang majestätisch fortsetzte. Denn so lange die Erde still stand, stand alle wahre Astronomie still und mußte stille stehen; so wie aber der Mann erschien, der die Sonne stille stehen hieß, in dem Augenblicke fing auch die Astronomie an fortzuschreiten. Die Ruhe der Erde drückte diese Wissenschaft wie ein verborgenes Uebel den Körper des Menschen; alles Wachsthum hörte auf, und alle Mittel, die man anwandte, mußten das Uebel vergrößern." Er hat nicht die ganze neue Astronomie geschaffen, aber den Grundstein zu dem Gebäude gelegt, „den wichtigsten Schritt zur gänzlichen Zerstörung des mehr als tausendjährigen geheiligten Irrthums gethan". Auch er, der große Mann, irrte und strauchelte in einigen Punkten — woraus man lernen kann, daß man auf die Autorität keines Sterblichen schwören soll.

Wenn dieß, was irdisch ist, wird mit der Zeit vergeh'n,
Soll dein Lob unbewegt mit deiner Sonne steh'n.

(A. Gryphius.)

*) Hinz. „Herr Küster, wie, was sagt er da, wir sollten um die Sonn' uns dreh'n?
Hieß dort nicht Josua in ihrem Lauf sie stille steh'n?"
Kunz. Das ist's ja, was ich sagen will, seit jenem Tage steht sie still.
Den möcht' ich seh'n, der aus der Schrift bewies,
Daß er sie wieder laufen ließ."

Kästner.

Nach Copernicus zeichnete sich Tycho (de Brahe, geboren 1546) durch treffliche Beobachtungen, die er auf einer Sternwarte bei Kopenhagen anstellte, aus *). Er bahnte dem großen deutschen Astronomen Kepler, geboren 1571 zu Wiel in Würtemberg, den Weg zu seinen großen Entdeckungen, die er unter Hunger und Kummer machte **).

Sein Zeitgenosse war Galileo Galilei, geboren 1564 zu Pisa, der Märtyrer des Copernicanischen Systems. Ein neuerer Geschichtsforscher hat den Beweis geliefert, daß er, der 70jährige Greis, in den Kerkern der Inquisition zu Rom wegen „seiner ketzerischen Lehren" gefoltert wurde ***). Er erfand, gleichzeitig mit dem Brillenhändler Jansen in Holland, die Fernröhren, entdeckte die Berge im Monde, die Trabanten des Jupiter (nach Herschel die Anhaltspunkte aller Copernicaner), die Flecken der Sonne, die Phasen der Venus ꝛc.

Alle großen Astronomen des 17ten Jahrhunderts wurden aber durch das bewundernswürdige Genie des Britten Isaak Newton (geboren 1642) übertroffen. Er ist der Schöpfer der physischen Astronomie, der Mechanik des Himmels. Kepler hatte die formellen Gesetze der Bewegung der Himmelskörper gefunden, Newton spürte die physischen (die Causalgesetze) auf. Die

---

*) Von dem nach Tycho benannten Sonnensystem braucht nicht die Rede zu sein. Er suchte die Ptolemäische und Copernicanische Weltansicht mit einander zu vermitteln. Er ließ die Sonne um die Erde laufen (Ptolemäisch), um die Sonne aber die übrigen Planeten (Copernicanisch). Dieser Versuch hatte das Schicksal aller Vermittlungen zwischen Gegensätzen, von denen nur einer wahr sein kann. Es war ein momentaner Rückschritt, eine Reaction; der Fortschritt konnte, nachdem einmal die Basis desselben feststand, dadurch wohl verzögert, aber nicht bleibend aufgehalten werden.

**) „So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen,
Als Kepler stieg, und — starb den Hungertod.
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brot."
Kästner.

***) „Die Menschenklasse — sagt Lichtenberg — durch die die Vernunft so oft in Inquisition genommen ward, sieht sich nun endlich, umgekehrt, mit ihrem erbärmlichen Proceß vor das Inquisitionsgericht der Vernunft gezogen. Ketten und finstere Kerker werden freilich am Ende ihre Strafe da nicht sein, aber dafür immer ein für sie lästiges Stück Arbeit — die Pflicht, weiser zu werden."

Natur hatte ihn mit unendlichem Scharfsinn begabt. Ein fallender Apfel machte ihn aufmerksam auf die Schwere oder die Anziehungskraft der Erde. Mit dem seltensten Genie verband er die unermüdlichste Beharrlichkeit. Als man ihn fragte, auf welchem Wege er zu seinen großen Entdeckungen gekommen sei, antwortete er: „Indem ich unaufhörlich an sie dachte.“ Ein ander Mal: „Ich halte den Gegenstand der Untersuchung immerdar vor Augen, und warte geduldig ab, bis die erste Dämmerung sich allmählig in volles Licht verwandelt.“ — „Er lebte nur, sagt Biot, um zu denken und zu rechnen.“ Seine Asche ruht in der Westminsterabtei in London, in der Nähe der königlichen Leichen. — Sein Name wird mit Ehrfurcht genannt werden, so lange es eine Wissenschaft giebt.

Die nachfolgenden Gelehrten haben die Entdeckungen dieser großen Männer, ihre Theorien und Systeme, weiter ausgebildet. Die Beobachtungen erlangten durch die trefflichsten Instrumente eine beinahe unglaubliche Genauigkeit. Die Deutschen, Franzosen, Engländer und Italiener haben die größten Astronomen hervorgebracht. Die Geschichte der Wissenschaft nennt die Namen Euler, Bradley, Herschel (den Aelteren und Jüngeren), la Place, Piazzi, Bode, Olbers, Gauß, Bessel, Enke, Hansen, Argelander, Struve und Mädler mit Ehre und Ruhm. Ihrem Scharfsinn, ihren Anstrengungen, ihren Nachtwachen verdanken wir die Aussicht auf einen unermeßlichen Fortschritt. Nichts ist gewisser als dieses. Seitdem die Thatsache feststeht, daß sich unser Sonnensystem, als Glied eines höheren Ganzen, in dem Weltraume fortbewegt: seitdem gehört die unendliche Entwicklung der Astronomie zu den Gewißheiten. Und was hängt bei dem Zusammenhange alles Wissens damit nicht zusammen? Wo giebt es nun noch Stillstand, wo Wahrheiten, die keiner Veränderung, keiner Entwicklung mehr fähig wären? Wer es noch nicht weiß, kann es hier erkennen: die Wahrheit ist keine fertige, absolute, sondern eine werdende; die Menschheit befindet sich in ewiger Entwicklung (Evolution), wie die Erde mit der Sonne im unendlichen Weltraum fortschreitet. Glücklich der, welcher sich wenigstens der Resultate der Bemühungen der Forscher denkend bewußt werden kann!

Diese kurze Skizze schließen wir hiermit. Sie möge den Wißbegierigen reizen, sich zu größeren Werken zu wenden. Die Geschichte einer Wissenschaft ist ein Bruchstück der Geschichte der Menschheit, erfreulicher und lehrreicher als die Berichte von Staatsactionen und Schlachten. Eroberungen des menschlichen Geistes sind Eroberungen der Humanität. Zuerst aber suche man die Sache, den Inhalt, den Kern sich selbst zu erobern, dann die Geschichte dieses Kernes. Daß unter uns so viele Schwächlinge herumwandeln, ist nicht eine Folge angeborner Schwäche, sondern der Vernachlässigung der Entwicklung ihrer Anlagen und Kräfte. Wie mächtig diese durch Erkennen und Wissen — man erkennt aber nur das selbstthätig erworbene Wissen — gestärkt werden, ist Vielen bis zu dieser Stunde ein Geheimniß. Der Inhalt der Astronomie gehört zu dem unbestrittensten und Gottlob! unbestreitbarsten, weil festesten, darum fest machenden Wissen. Es ist göttliches und darum menschliches, menschlichmachendes, erhabenes und erhebendes Wissen. Wäre es möglich gewesen, es den Menschen vorzuenthalten, es unter dem Schutte verdumpfenden Aberglaubens auf ewig zu begraben, kein Zweifel, es wäre geschehen. Aber das Licht triumphirte über die Finsterniß, über die Unmenschlichkeit, die Gottlosigkeit. Ohne innere Stärkung kann man es nicht erfahren, nicht denken.

In den sogenannten heidnischen Zeiten blühete die Astronomie. Niedrig stehende Hirten, wie man zu sagen pflegt, betrachteten in hellen Nächten den Himmel, lasen in der Sternenschrift und ließen sich von ihr lenken; die Weisen der Zeit verkündigten ihre Gesetze und holten die Lehren der Gottheit von dem Himmel. Merkwürdiger Weise verschwand sie in dem Grade aus den Schulen *), als sie zur eigentlichen Wissenschaft wurde. Das alte Quadrivium rangirte sie neben Arithmetik, Geometrie und Musik. Aber nach Luther suchte man sie vergebens in den Schulen, trotz der Entdeckungen eines Copernicus, Kepler, Galilei und Newton. So lange die Astronomie zum Theil Astrologie **)

*) In den alten Klosterschulen trieb man Astronomie, „weil der Gottesdienst ohne sie nicht an festen und bestimmten Tagen gefeiert werden könne." (Ruhkopf, Geschichte des Schulwesens ꝛc. Bremen, 1794, S. 30.)

**) Selbst Kepler suchte noch die Erklärung irdischer Begebenheiten und ihre Ursachen an dem Himmel, und Wallenstein hatte einen Stern-

war, hegte und pflegte man sie in den Schulen. Als sie Wahrheit wurde, gab man ihr den Abschied. Es ist freilich keine Ehre, aber es ist lehrreich. So soll es nicht bleiben, so ist es nicht geblieben. Der Unterricht über die Wunder Gottes gehört in jede Schule, in die unterste wie in die oberste. Von ihnen nichts zu wissen ist ein Mangel oder ein Unglück; von ihnen nichts wissen zu wollen, eine Schande. Wer Wahrheit (die Wahrheit des 19. Jahrhunderts) sucht, hier ist sie. Was man sonst ewige, unveränderliche, absolute Wahrheit nennt, ist nur zu oft eben so zweifelhaft in seinem Ursprunge, wie bedenklich in seiner Wirkung, und veränderlich, wie der Mensch selbst.

Die Alten hüllten die ihnen bekannten Wunder des Himmels in Mysterien ein; nur die Eingeweiheten wurden zu ihnen zugelassen. Im 19ten Jahrhundert giebt es keine Priester, keine Laien mehr. Jeder Denkende hat freien Zutritt zu dem innern Heiligthume. Man lehrt die ewigen, eigentlichen Wunder auf den Gassen *). —

Die Geschichte der Astronomie — um mit einer didactischen Bemerkung zu schließen — ist die Methode des Unterrichts. Wie

---

deuter in seinem Lager. — Whewell referirt mehrere Geschichten darüber. Z. B.: „Katharina von Medicis brachte den neugebornen Heinrich IV. von Frankreich zu dem berühmten Astronomen Nostradamus (Michael Notredame), um dem Kinde die Nativität stellen zu lassen. Der Knabe mußte nackt ausgezogen werden, wo dann der Sterndeuter den ganzen Körper untersuchte, und daraus, in Verbindung mit dem Stande der Gestirne zur Zeit der Geburt des Kindes, das künftige Schicksal des letztern voraussagte. — Nostradamus, der meist zu Salon in Frankreich gelebt hatte, starb 1566, und noch 1781 wurden seine Prophezeihungen von Rom aus verboten, weil darin der Untergang des Papstthums vorhergesagt wurde." (Whewell a. a. O. Th. I. S. 277.)

Göthe benutzt bekanntlich obigen Wundermann in seinem „Faust". — Schiller sagt: „In deiner Brust sind deines Schicksals Sterne!"

*) — — Der Wunder höchstes ist,
Daß uns die wahren ächten Wunder so
Alltäglich werden können, werden sollen.
Ohn' dieses allgemeine Wunder hätte
Ein Denkender wohl schwerlich Wunder je
Genannt, was Kindern bloß so heißen müßte,
Die gaffend nur das Ungewöhnlichste,
Das Neuste nur verfolgen.

Lessing im Nathan.

jene in drei Perioden zerfällt, so hat diese drei Lehrgänge oder Stufen:

Die Ptolemäische oder vorcopernicanische entspricht dem elementaren Anschauungsunterricht, liefert wissenschaftlich die sphärische Astronomie; die Copernicanische erzeugt den rationalen Unterricht und den theorischen Theil der Wissenschaft; die Newton'sche erzeugt den abschließenden systematischen Unterricht über die Gesetze und deren Ursachen, die physische Astronomie. Den Schluß bildet die Belehrung über die physische Beschaffenheit der Weltkörper — das „Zukkerbrod der Astronomie" *).

*) Dr. Kühner in der Allgemeinen Schulzeitung, 1841, Nr. 173.

Gedruckt bei A. W. Schade, Grünstr. 18.

Bei **Theod. Chr. Fr. Enslin** in **Berlin** ist so eben erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Allgemeine vergleichende

Handels- und Gewerbs-Geographie

und

Statistik.

Ein Handbuch

für Kaufleute, Fabrikanten und Staatsmänner; auch Grundlage öffentlicher Vorträge in gewerblichen Lehr-Anstalten, so wie zu handelspolitischen und volkswirthschaftlichen Besprechungen.

Zunächst für die Königl. Handels-Lehranstalt zu Berlin.

Vom

Dr. Freiherrn Friedr. Wilh. von Reden.

1844. — Preis 4½ Rthlr.

Von einem, durch seine statistischen und staatswirthschaftlichen Schriften bereits ehrenvoll bekannten Schriftsteller wird in dem oben bezeichneten Werke denjenigen, deren Beruf Gewerbthätigkeit (landwirthschaftliche und industrielle) oder Handel ist, so wie denjenigen, welche ein sonstiges Interesse dafür haben, eine Arbeit durchaus neuer und eigenthümlicher Art dargeboten. Sie finden darin (nach den besten Quellen) eine Darstellung alles dessen, was zur Beurtheilung sämmtlicher Erscheinungen und Ereignisse im weitern Gebiete der Gewerbthätigkeit und des Verkehrs, im Bereiche der ganzen Erde, unentbehrlich ist. Denn diese Schrift enthält (außer den Grundzügen der Erd- und Völkerkunde im Allgemeinen und der Staatenkunde im Einzelnen) die speziellsten Nachrichten über Produktion und Konsumtion sämmtlicher in den großen Verkehr gelangenden Erzeugnisse der Landwirthschaft und Fabrikindustrie aller Erdtheile. Sie enthält die Beschreibung der Handelswege durch Länder und Meere, der verschiedenen Arten des Verkehrs, der Gegenstände und Werthe desselben; eine detaillirte Darstellung der Handelsverhältnisse aller wichtigen Handelsplätze der Welt. Ferner eine spezielle Nachweisung sämmtlicher bestehender Einrichtungen für Landwirthschaft (Lehranstalten, Vereine, Freiheit des Grundbesitzes, Kreditanstalten, Versicherungswesen); für veredelnde Industrie (Ausbildung, Vereine, Ausstellungen, Patentwesen, Gewerkräthe, Aktienwesen, Gefahr-Versicherung, Sparkassen, Staatsaufsicht); für den Verkehr (Unterrichtsanstalten, Handelsministerium, Handelskammern, Handelsgerichte, Konsulate, Handels- und Schifffahrts-Verträge, Schifffahrts-Gesetze, Dampfschifffahrt, Quarantaineanstalten, Versorgungseinrichtungen, Versicherungswesen, Lootsenwesen, Leuchtfeuer, Rettungsanstalten, künstliche Wasserwege, Landstraßen, Eisenbahnen, Postwesen, Telegraphen, Grenzabgaben, Niederlage-System, Bankwesen,

Börsen, Gehülfen des Handels, Messen, Handelsgesellschaften, Geldverhältnisse, Münz-, Maaß- und Gewichtstabellen). —

Diese Schrift ist der erste (in irgend einer Sprache gemachte) Versuch einer, selbst bei allen Einzelheiten durchgeführten statistischen Zerlegung und Vergleichung sämmtlicher Verhältnisse der Gewerbthätigkeit und des Handels, sowohl in den einzelnen Zweigen als in allen Staaten, und darf deshalb einer besondern Aufmerksamkeit empfohlen werden.

Die

drei Stufen der Erdkunde

für

höhere und niedere Schulen

von

Prof. Dr. **August Zeune,**

Vorsteher der Blinden-Anstalt, Mitglied der Gesellschaften für Erd-, Gebirgs- und Naturkunde zu Berlin, Jena, Frankfurt a. M., Wiesbaden, London, Paris u. m. a.

1844. — br. 7½ Sgr.

Fig. 1.

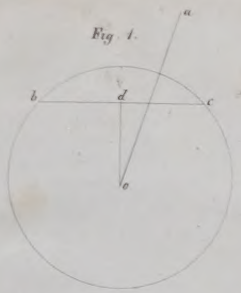


Fig. 2.

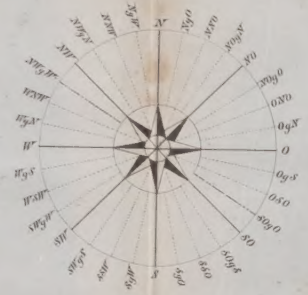


Fig. 3.

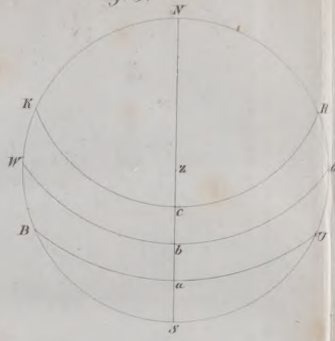


Fig. 6.

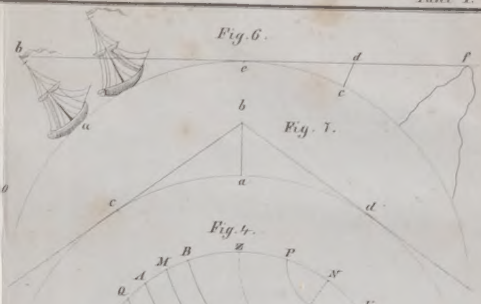


Fig. 7.

Fig. 4.

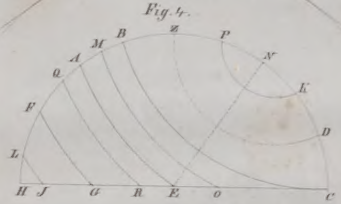


Fig. 5.

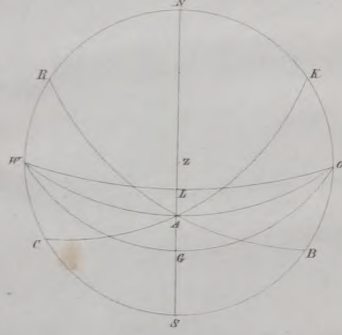


Fig. 8.

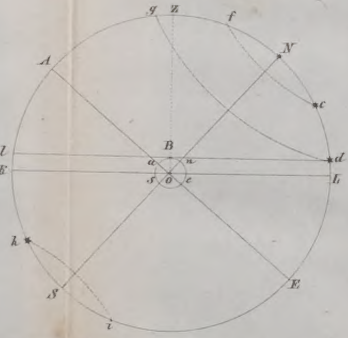


Fig. 9.

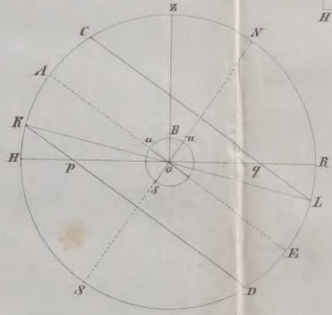


Fig. 11.

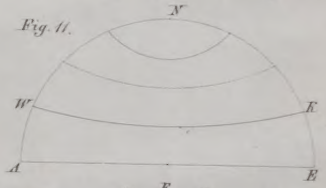


Fig. 10.

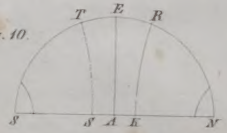


Fig. 12.

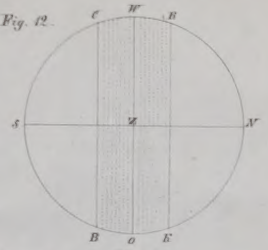


Fig. 13.

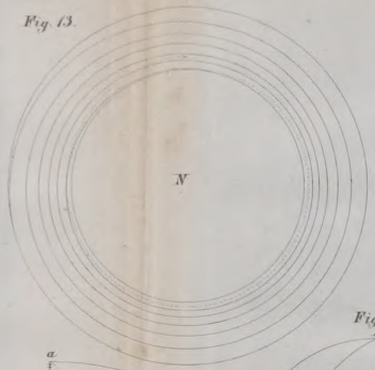


Fig. 15.

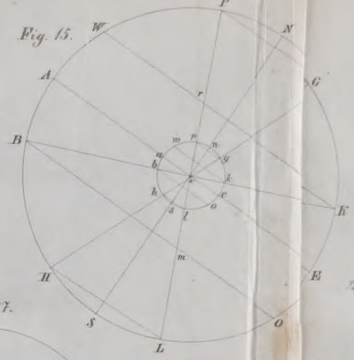


Fig. 20.

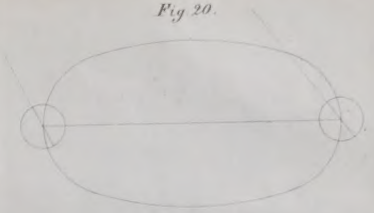


Fig. 18

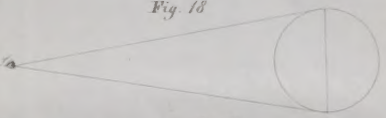


Fig. 14.

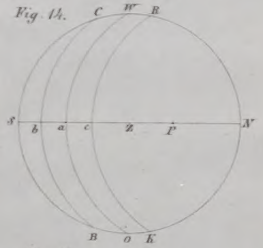


Fig. 19.

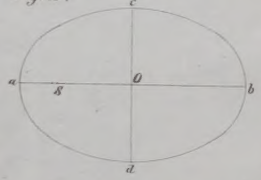


Fig. 16.

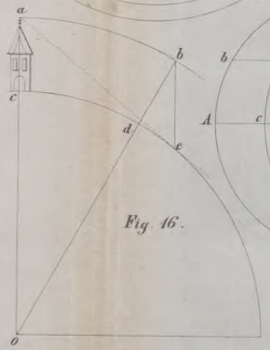


Fig. 17.

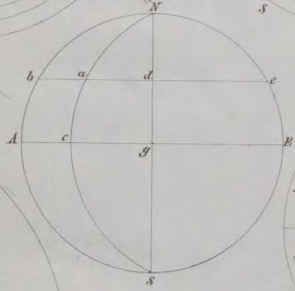


Fig. 21.

Fig. 22.

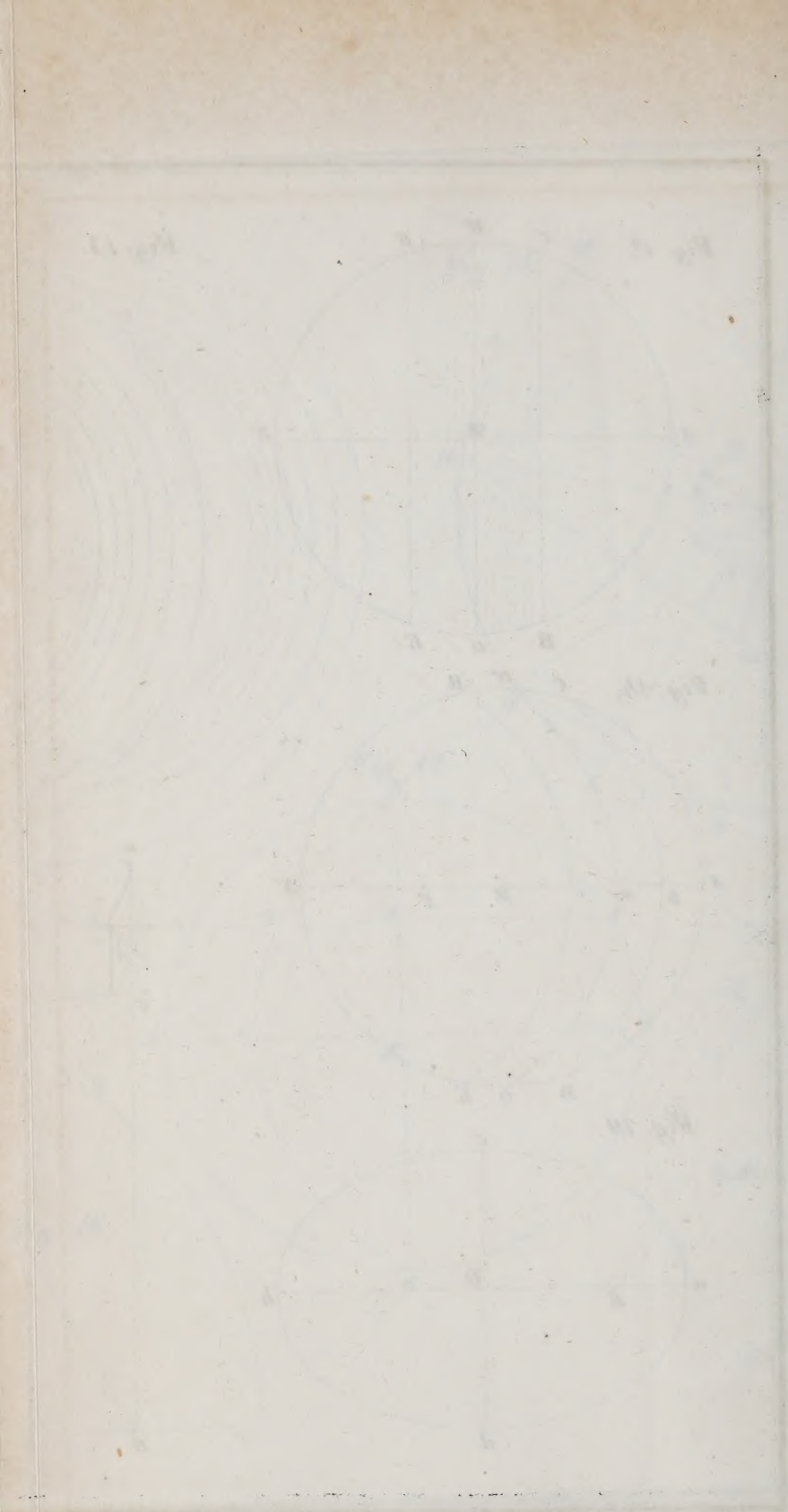


Fig. 23.

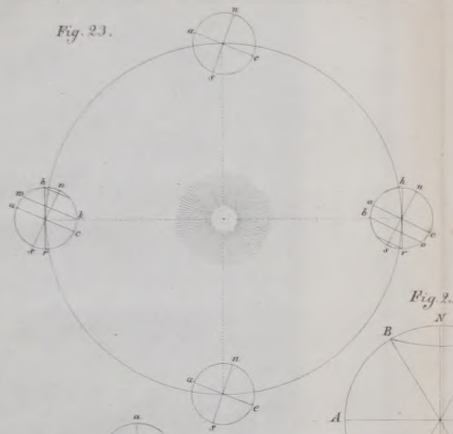


Fig. 24.

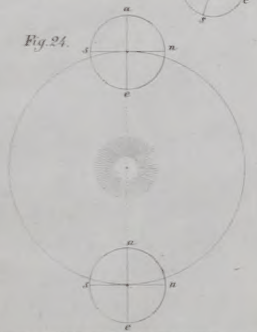


Fig. 25.

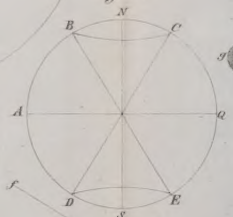


Fig. 26.

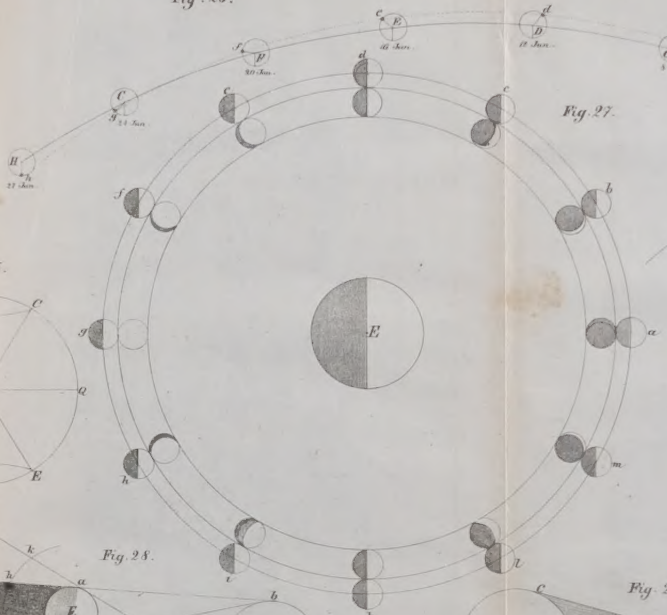


Fig. 27.

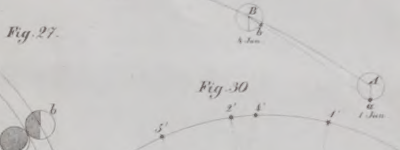


Fig. 28.

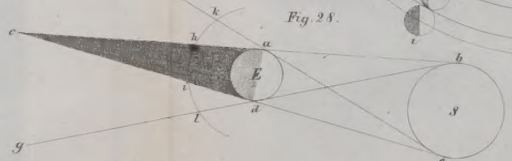


Fig. 29.

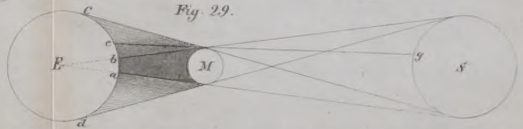


Fig. 30

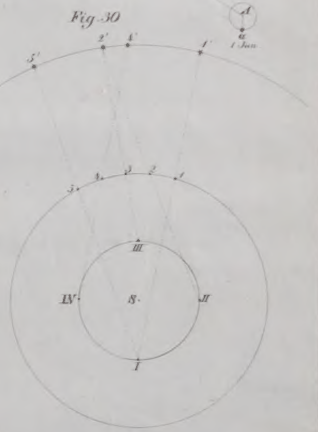


Fig. 32.

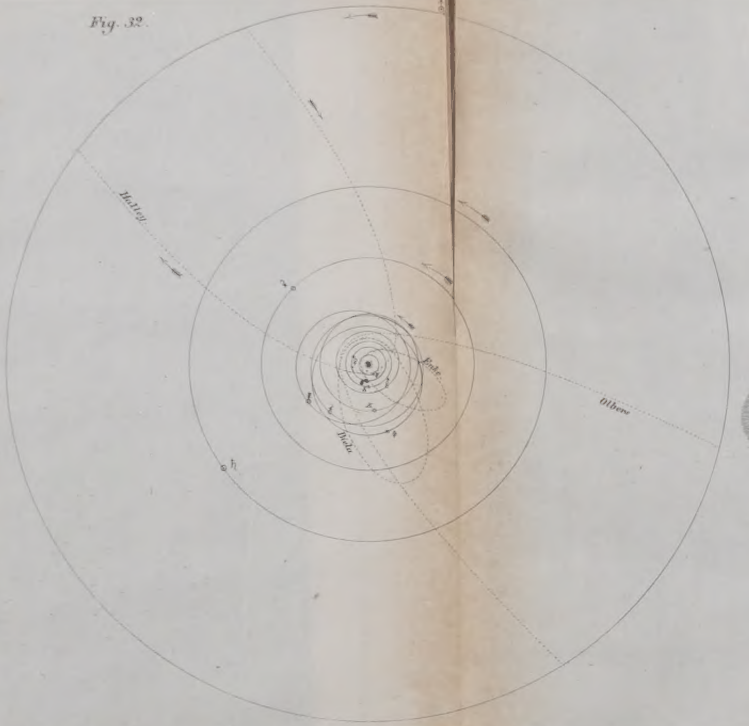


Fig. 33

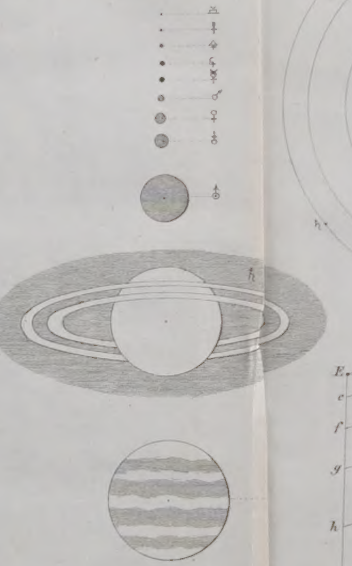
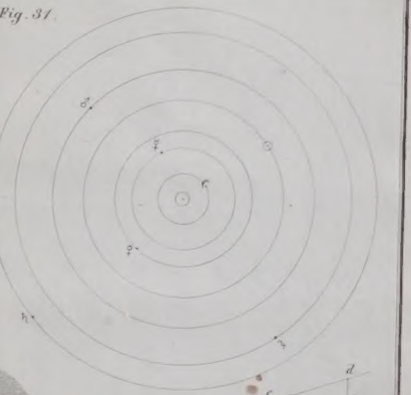


Fig. 31.



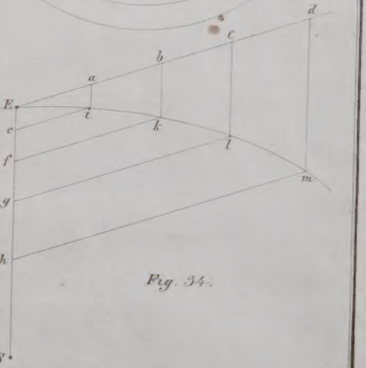


Fig. 34.

Fig. 35.

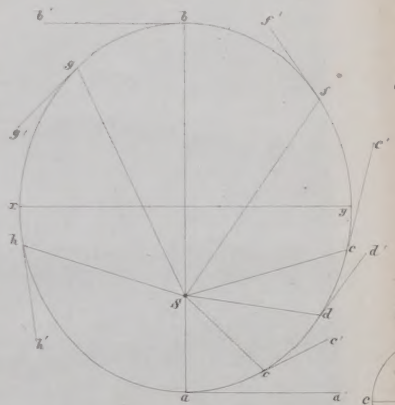


Fig. 36.

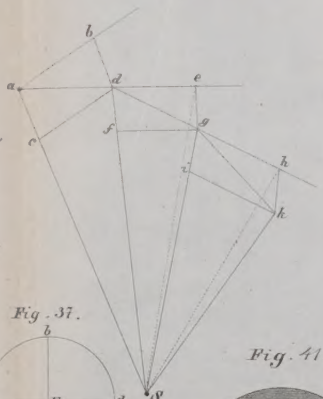


Fig. 37.

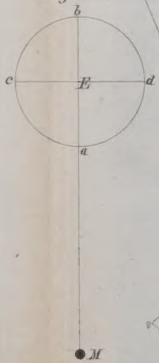


Fig. 41.

Fig. 40.

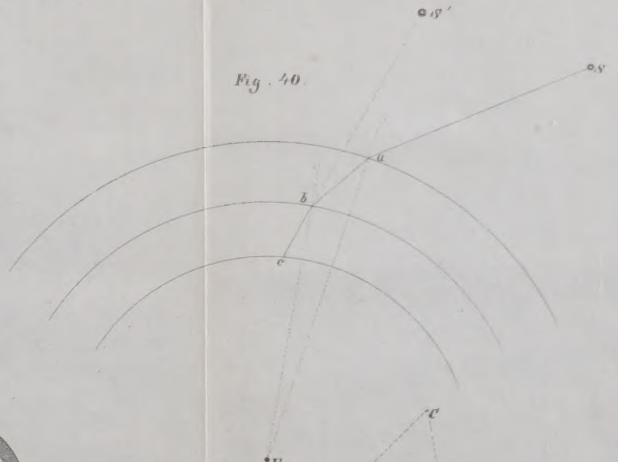


Fig. 39.

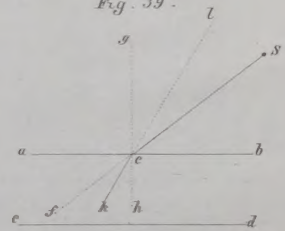


Fig. 42.

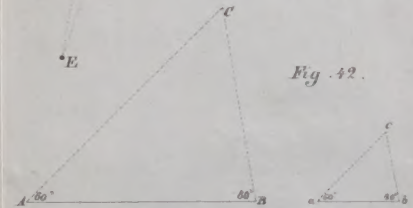
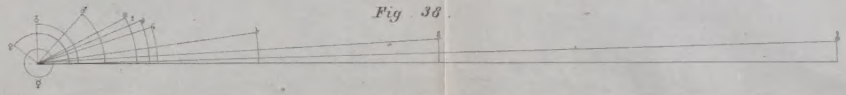
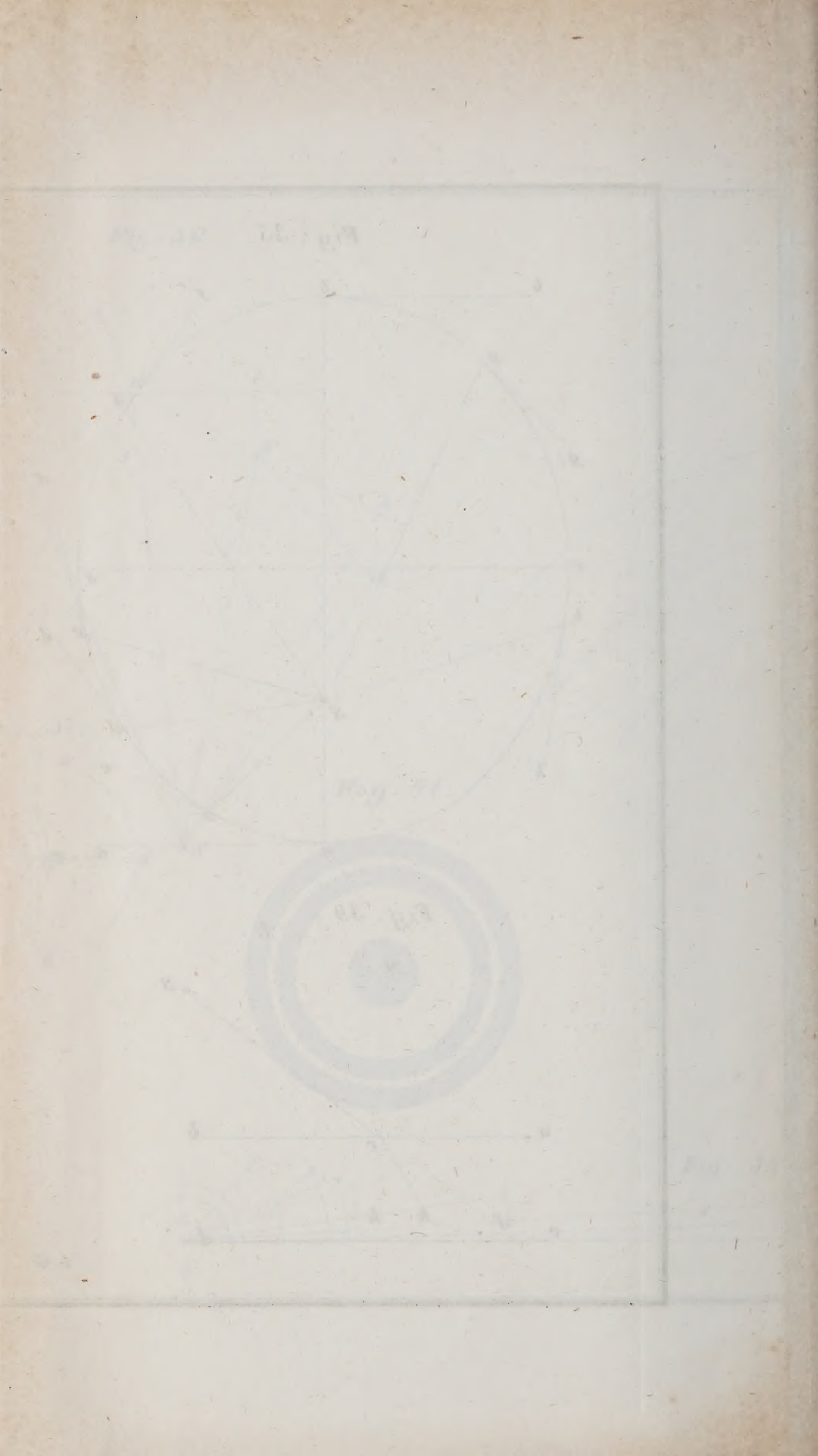
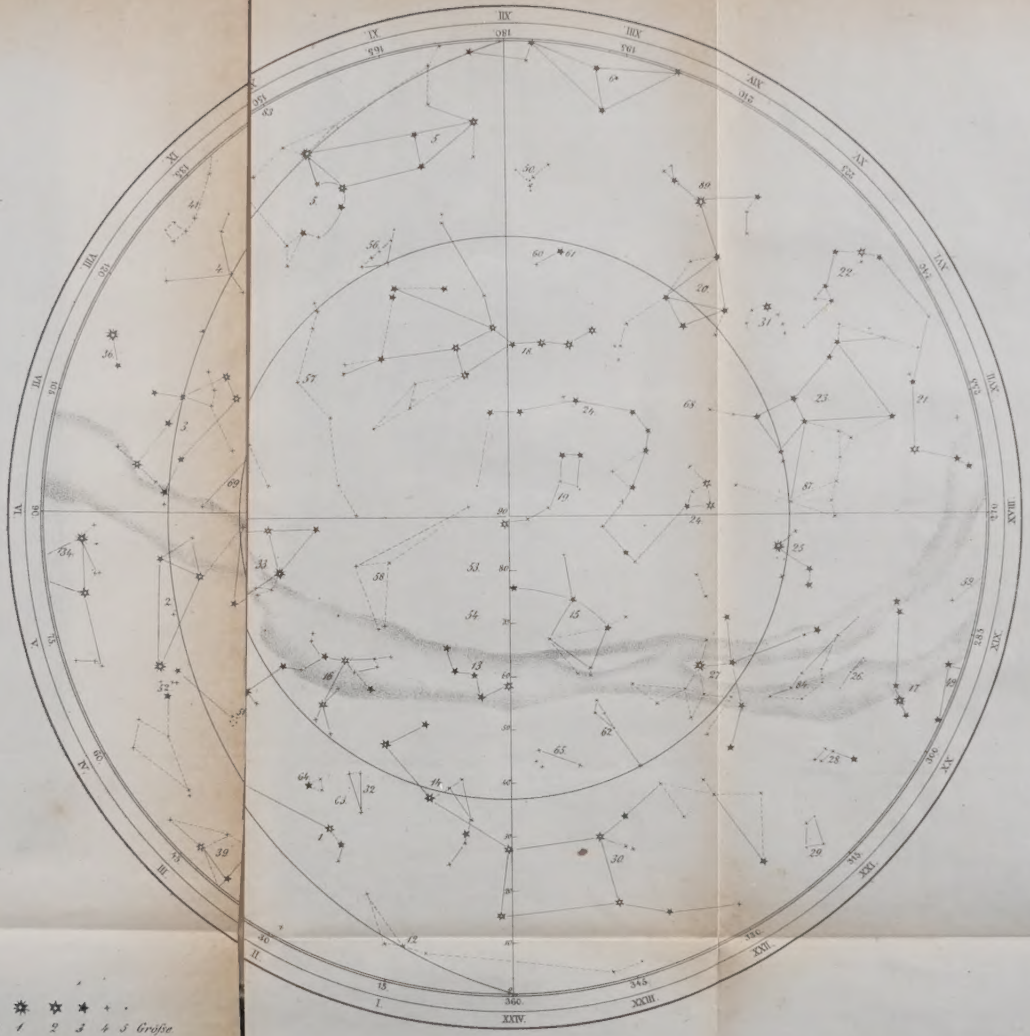
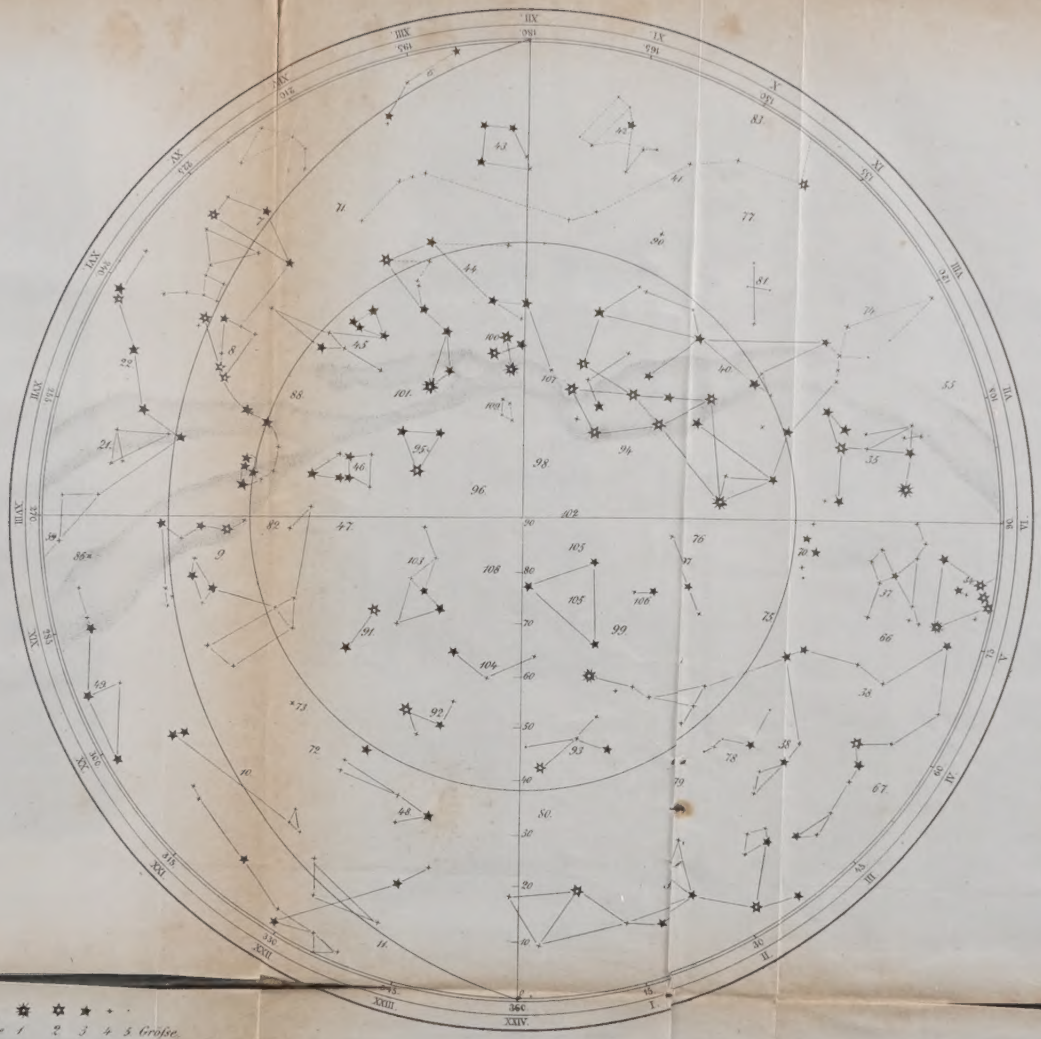


Fig. 38.

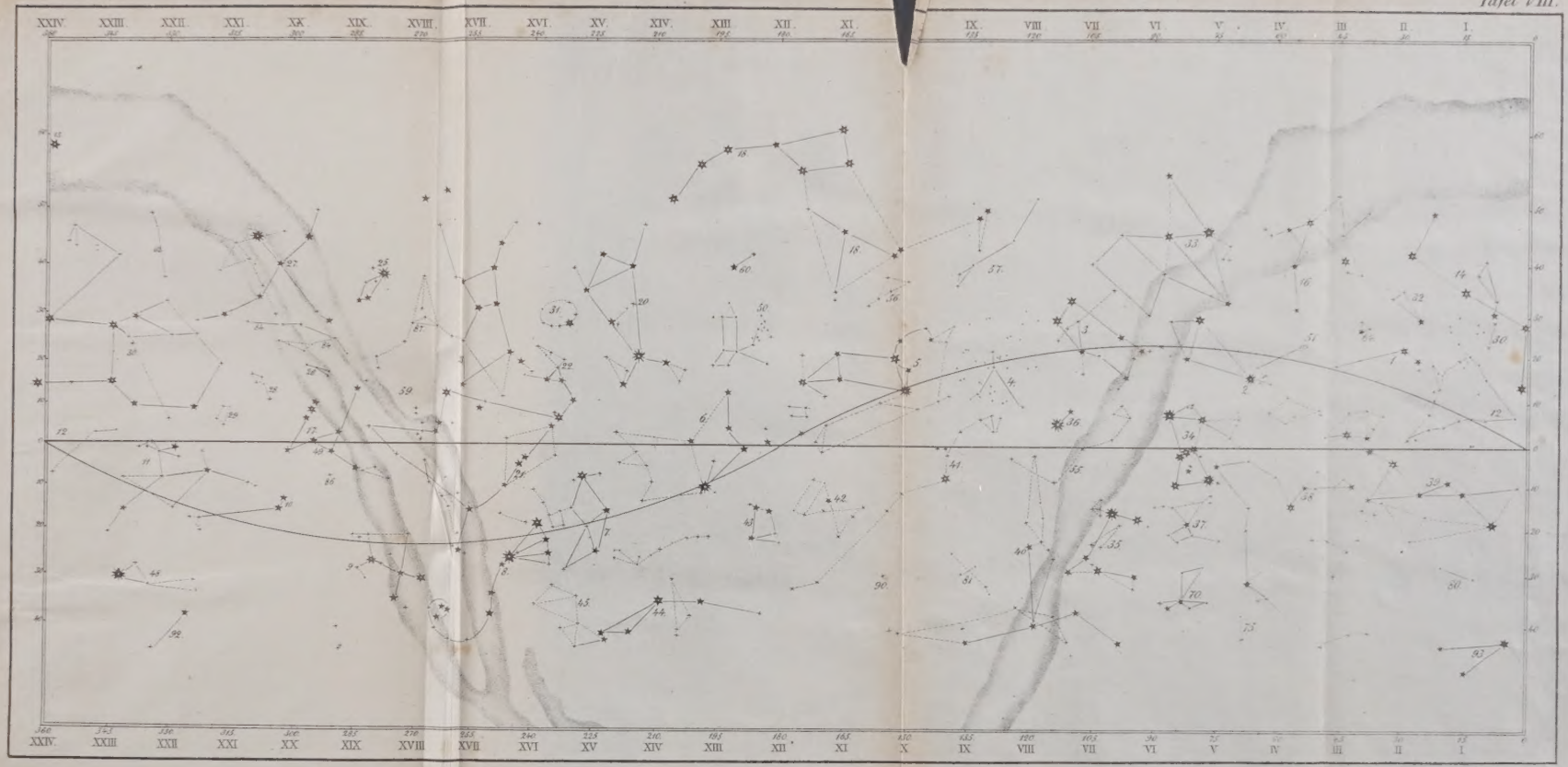





Sterne 1 2 3 4 5 Größe



Sterne 1 2 3 4 5 Grösse.



Sterne 1 2 3 4 5 Grösse.

Author Dieterici
Title Lehrbuch der mathematischen Geographie
1330 A.
DATE

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU